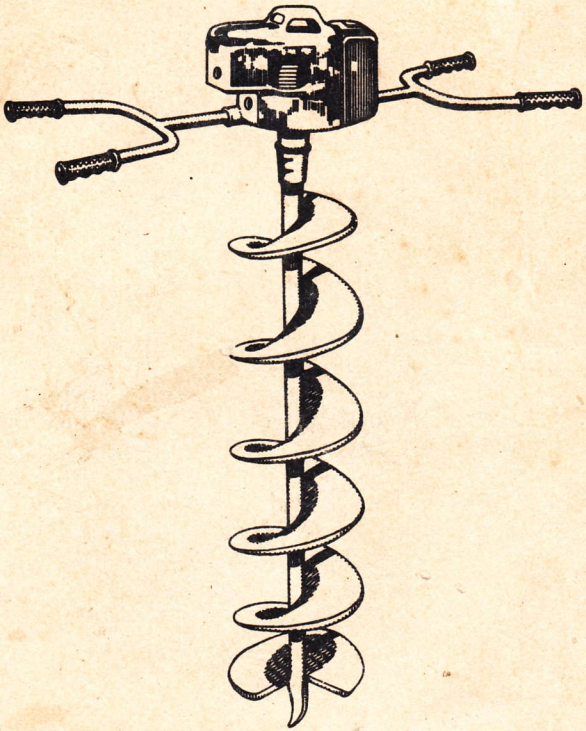
Milik Dep. P dan K
Tidak untuk diperdagangkan

1 Peralatan Tambang



AN DEPDIKBUD
UR

Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan

DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN 1980

Lain-lain buku seri Geologi :

1. *Geologi Umum*
2. *Teknik Pemboran*
3. *Petunjuk Praktek Kristalografi*
4. *Mineralogi*
5. *Paleontologi Pendahuluan*
6. *Ilmu Batuan 1*
7. *Petunjuk Praktek Mineral Batuan dan Bahan Galian*
8. *Petunjuk Praktek Paleontologi 1 (Invertebrata)*
9. *Petunjuk Praktek Paleontologi 2 (Vertebrata)*
10. *Geologi Sejarah 1*
11. *Geologi Sejarah 2*
12. *Teori Bahan Galian*
13. *Teknik Ekplorasi*
14. *Mekanika-Tanah*
15. *Petunjuk Praktek Bahan Galian*
16. *Peralatan Tambang*

Yang segera akan terbit :

1. *Perpetaan*
2. *Petunjuk Praktek Pemboran*
3. *Menggambar Teknik Geologi*

PERPUSTAKAAN WILAYAH DEP. P DAN K
Jl. Walikota Mustajab. 68
SURABAYA

Milik Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
Tidak diperjualbelikan

Bagian Proyek Pengadaan Buku Pendidikan Teknologi.

Peralatan Tambang

Untuk Bagian Geologi Tambang
Sekolah Teknologi Menengah
Sekolah Teknologi Menengah Pembangunan

Penulis :
Soejadi S..B.Sc.
Basuki B. Sc.

Penilai :
Ir. D. Haryanto

Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan

1979 Cetak Coba dan Evaluasi
1980 Edisi Pertama

877/PW/H/84

Staf Bagian Proyek Pengadaan Buku Pendidikan Teknologi :

Pimpinan Proyek Soetrisno B.Sc

Penanggung jawab bidang :

Pernaskahan Krebet Hidayat
Drs. Sumarlan D.S
R. Soemarto

Editor Daryatmo B.A.

Perwajahan/Pencetakan Soetrisno B.Sc
U. Suryadi

Kata Pengantar

FUMIGASI
T.A.
1998/1999

Buku merupakan bagian integral dari suatu sistem pendidikan bahkan merupakan salah satu kunci untuk melepaskan diri dari ketinggalan pengetahuan dan teknologi yang terus tumbuh dan berkembang.

Usaha penyediaan buku untuk Sekolah Teknologi Menengah/ STM telah dimulai sejak PELITA II dengan tujuan untuk menunjang pelaksanaan proses belajar di sekolah, baik digunakan oleh siswa maupun sebagai pedoman bagi guru. Melalui berbagai kegiatan dan bantuan dari unsur guru, para ahli dari Universitas/Institut dan masyarakat sebagai pemakai/penerima lulusan, maka selama PELITA II telah dihasilkan sebanyak 193 judul buku untuk berbagai jurusan.

Khusus pada PELITA III, tahun anggaran 1980 telah siap 50 (Lima puluh) judul buku, meliputi berbagai jurusan: Mesin, Listrik, Sipil, Kimia, Tekstil, Geologi dan Pertanian.

Buku-buku ini digunakan sebagai buku pelajaran untuk siswa dan buku pedoman untuk guru pada Sekolah Teknologi Menengah dan STM Pembangunan, atau sekolah yang sejenis.

Kepada siswa dan guru saya minta agar buku-buku ini digunakan dengan baik, sehingga tujuan untuk meningkatkan mutu dan relevansi pendidikan dengan keperluan Pembangunan Nasional dapat tercapai.

Kepada penulis, penilai dan editor serta Staf Proyek, saya sampaikan terima kasih atas segala karya dan usahanya.

Akhirnya kepada para pembaca, segala saran yang bersifat konstruktip saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih.

Jakarta, 25 Maret 1981
Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah,

Prof. Darji Darmodiharjo, SH
NIP. 130676351

Daftar Isi

	HAL.
1. Pendahuluan	1
2. Peralatan Prospeksi Dan Eksplorasi	5
1. PERALATAN PROSPEKSI	5
1.1. Peralatan Prospeksi Non Mekanis	6
1.1.1. Kompas geologi	6
1.1.2. Palu geologi	8
1.1.3. Lensa pembesar	11
1.1.4. Peta topografi	12
1.1.5. Mistar baja	13
1.1.6. Asam khorida (HCl)	13
1.1.7. Pisau baja	13
1.1.8. Altimeter	14
1.1.9. Teropong (kijker/veld kijker)	14
1.1.10. Alat pemotret/pengambilan gambar	14
1.1.11. Kantong sample, kantong plastik dan tali	15
1.1.12 Peralatan tulis-menulis	16
1.2. Peralatan Geofisika	16
1.2.1. Cara gravitasi	17
1.2.2. Eksplorasi cara seismik	23
1.2.3. Cara magnetik	29
1.2.4. Cara listrik	33
1.2.5. Cara radioaktif	34
2. PERALATAN GEOFISIKA	36
2.1. Peralatan untuk Mengambil Contoh	40
2.2. Bor Pemuat dan Pembawa Contoh	41
2.3. Peralatan Pemecah dan Penguji Contoh	41
3. Peralatan Pemboran	45
1. BOR TUMBUK	46
1.1. Bor Tumbuk Non Mekanik	47

1.2. Bor Tumbuk Mekanik 47
1.2.1. Tenga penggerak 49
1.2.2. Menara 50
1.2.3. Kabel 50
1.2.4. Pahat 50
1.2.5. Pipa pelindung 50
1.2.6. Timba (bailer) 50
2. BOR PUTAR 51
2.1. Bor Putar Non Mekanik 51
2.1.1. Pipa bor 52
2.1.2. Pahat 53
2.1.3. Pipa pelindung (casing) 53
2.2. Bor Putar Mekanik 54
2.2.1. Mesin bor 55
2.2.2. Menara (derrick) 56
2.2.3. Kerekan (derrick block) 56
2.2.4. Traveling block 57
2.2.5. Kait (hook) 57
2.2.6. Alat pengangkat (hoistingtool) 57
2.2.7. Swivel air (water swivel) 58
2.2.8. Pipa bor (drill pipe) 58
2.2.9. Tabung penginti (core barrel) 59
2.2.10. Reaming shell 59
2.2.11. Pahat 61
2.2.12. Pipa pelindung (casing) 61
2.2.13. Pompa air 62
2.3. Bor Tumbuk Putar 64
2.3.1. Pompa air atau kompresor 64
2.3.2. Selang karet 65
2.3.3. Mesin bor 65
2.3.4. Lubrikator 67
2.3.5. Penyangga 68
2.4. Perlengkpan Pemboran 69
3.4.1. Kompresor 69
3.4.2. Pompa 74

4. Alat Gali Dalam Kegiatan Penambangan 77
1. ALAT GALI NON MEKANIS 77
2. ALAT GALI MEKANIS 79
2.1. Power Shovel 80

2.2. Dragline/Clamshell 87
2.2.1. Walking dragline 97
2.2.2. Clamshell 98
2.3. Back Hoe 101
2.4. Mesin Parit (Tranching Machine) 103
2.5. Bucket Wheel Excavator 107
2.6. Kapal Keruk (Dredge) 109
2.6.1. Badan kapal keruk 109
2.6.2. Mesin keruk 111
2.7. Bulldozer 119
2.8. Mesin Pengupas Lapisan Batubara 124
2.8.1. Coal cutter 125
2.8.2. Coal combine (continous miner) 127
2.8.3. Coal piouch 129
2.8.4. Mesin terowong (tunneling machine) 131
2.9. Triller Wheel Scraper 132
Daftar Pustaka 135

1 Pendahuluan

Setiap pekerjaan agar dapat berhasil baik selalu memerlukan peralatan. Jadi peralatan bersifat membantu terhadap kelancaran, ketepatan dan keberhasilan sesuatu pekerjaan. Dalam perusahaan-perusahaan peranan peralatan terutama peralatan mekanis (bermesin) amat penting dan menentukan.

Demikian pula perusahaan pertambangan di dalam melakukan tugas operasinya: yaitu mulai dari pembongkaran, pemecahan, pemilihan (sortasi), pengangkutan sampai pengolahan selalu menggunakan berbagai jenis peralatan. Makin modern suatu perusahaan pertambangan, makin modern dan lengkap pula peralatan dan perlengkapan yang dipergunakan. Dari jenis peralatan yang dipakai, akan dapat ditentukan kwalitas/bentuk dari pada perusahaan pertambangan tersebut.

Di Indonesia dijumpai berbagai bentuk perusahaan pertambangan di mana peralatan yang digunakan mulai dari jenis yang sederhana sampai yang modern. Bentuk perusahaan tambang rakyat misalnya tambang mangan di Kembang dan Kliripan (Wates, Kulon Progo) serta tambang gips di Tegalombo Pacitan masih memakai peralatan dan perlengkapan serba sederhana. Perusahaan tambang seperti misalnya P.T. Aneka Tambang Unit Tambang Emas di Cikotok dan Cirotan menggunakan jenis peralatan dari yang sederhana sampai yang semi mekanis. Unit Tambang Timah di Bangka dan Belitung menggunakan kapal keruk yang peralatannya serba mekanis, demikian pula tambang tembaga di Irian Jaya yang menggunakan peralatan modern.

Peralatan dan perlengkapan tambang, di samping berfungsi untuk memudahkan dan melancarkan pekerjaan, juga untuk memperbesar produksi. Tambang-tambang rakyat yang menggunakan peralatan dan perlengkapan serba sederhana produksinya kecil. Sedang perusahaan-perusahaan Tambang yang menggunakan peralatan dan perlengkapan dari semi-mekanis sampai mekanis, produksinya jauh lebih besar. Makin besar produksi yang dapat dicapai oleh suatu alat, akan makin rendah/kecil biaya eksplotasinya. Bahkan dari hasil penjualan produksi tersebut, di samping sudah dapat menutup biaya-biaya yang diperlukan, misalnya gaji para karyawan, pemakaian bahan bakar, pelumas, tabungan untuk susutan harga alat dan lain-lainnya, masih ada sisa kelebihan atau keuntungan. Sebaliknya makin kecil produksi yang dapat dicapai oleh suatu alat, berarti akan makin besar

biaya eksplotasinya. Dengan demikian hasil penjualan produksi tidak dapat menutup biaya eksplotasi, yang berarti rugi. Akibatnya perusahaan tersebut tidak dapat berkembang dan bahkan berumur pendek.

Catatan:

Misalnya di Tambang mangan di Kliripan atau tambang gips di Pacitan justru akan *rugi* kalau menggunakan peralatan modern dengan investasi modal yang besar, karena produk yang akan diperoleh tidak akan dapat menutup beaya eksplotasi, sebaliknya dengan sistem penambangan rakyat dengan menggunakan alat-alat yang sederhana justru lebih menguntungkan, karena biaya eksplotasinya *rendah.*

Sifat dan jenis dari pada peralatan dan perlengkapan tambang yang dipergunakan, akan menuntut keahlian dan ketrampilan tersendiri dari pemakainya. Tuntutan tersebut sebanding dengan bentuk perusahaan tambangnya. Misalnya tambang mangan di Kembang Kliripan, di mana bentuk perusahaan tersebut adalah tambang rakyat, sudah barang tentu para pekerja naluriah hanya mampu menggunakan peralatan dan perlengkapan yang serba sederhana saja. Sebaliknya perusahaan tambang yang menggunakan peralatan dan perlengkapan dari semi mekanis sampai serba mekanis, misalnya tambang batubara di Tanjung Enim dan Sawahlunto serta Unit Tambang Bauksit di Kijang dan lain-lainnya menuntut keahlian dan ketrampilan dari para pekerjanya untuk dapat menghasilkan produksi yang tinggi. Tenaga-tenaga yang ahli dan trampil itu, kecuali dapat mendayagunakan peralatan mesin semaksimal mungkin (efektif), juga dapat memelihara dan memperbaikinya sehingga awet. Makin panjang umur pakai suatu alat, berarti harganyapun relatif semakin rendah.

Seperti diketahui, gerak kerja dari suatu alat menirukan sebagian gerak kerja manusia, misalnya menggali, mengeruk, mencangkul, membuang, membawa angkutan dan sebagainya. Contohnya seperti misalnya gerak kerja dari "bulldozer", "back hoe" dan sebagainya. Jadi makin modern suatu peralatan, makin berkurang pula peranan tenaga manusia yang dibutuhkan. Sebaliknya makin sederhana alat tersebut, maka peranan manusia sangat menentukan. Sebagian dari peralatan mekanis cukup diawasi ketika bekerja. Untuk pengawasan (kontrol) peralatan mekanis tersebut sudah barang tentu diperlukan keahlian dan ketrampilan. Yang diartikan keahlian di sini ialah tenaga terdidik dan terlatih (skilled labour) melalui pendidikan-pendidikan dan ditambah pengalaman kerja atau latihan-latihan khusus (job training). Tenaga-tenaga ahli/trampil inilah sebenarnya dapat mengefektifkan mesin dengan baik, di samping dapat mendayagunakan dan memelihara serta pula memperbaikinya. Perlu diketahui bahwa peralatan mekanis tersebut mahal harganya. Karena itu di samping harus dapat berproduksi sebesar mungkin peralatan tersebut harus dapat awet dan berumur panjang. Dengan de-

mikian harga peralatan/mesin itu dapat terbayar kembali oleh hasil produksi.

Makin ahli dan trampil seseorang dalam menangani sesuatu peralatan mekanis, makin dapat ia mendaya-gunakan mesin dengan sebaik-baiknya. Artinya dia tidak memaksa mesin tersebut melampaui batas kemampuan (overload), serta dapat memeliharanya secara teliti. Misalnya ia memberikannya pelumasan tepat pada waktunya dan memberi bahan bakar serta perawatan yang teratur dan lain-lainnya.

Peralatan dan perlengkapan tambang dilihat dari *segi sumber tenaga geraknya*, dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

- *Peralatan non mekanis*

  Sumber tenaga gerak peralatan ini adalah manusia. Contohnya : cangkul, sekop, dandang.

- *Peralatan mekanis*

  Sumber tenaga geraknya berasal dari tenaga mesin. Contohnya : "Dump Truck", Bulldozer" dan lain-lainnya.

Dilihat dari *segi fungsinya*, peralatan dapat pula dibedakan menjadi 4 macam, ayaitu :

- *Peralatan Prospeksi.*

  Peralatan ini gunanya untuk melacak letak sumber bahan galian.

- *Peralatan eksplorasi.*

  Peralatan ini untuk menentukan kwantitas dan kwalitas bahan galian yang telah diketahui oleh peralatan prospeksi di atas.

- *Peralatan eksplotasi.*

  Peralatan ini gunanya untuk mengeluarkan bahan galian dari bumi. Peralatan eksploitasi dinamakan pula peralatan operasi tambang.

- *Peralatan pengolahan.*

  Peralatan yang mengolah bahan galian yang masih kotor menjadi setengah bersih (concentrate), logam setengah murni (matte), logam hampir murni (blister) dan logam murni.

Khusus dalam buku ini, pembahasan dititik beratkan pada peralatan tambang terbuka yang digunakan untuk kegiatan prospeksi, eksplorasi dan eksploitasi termasuk proses pemecahan sekunder (crushing plant).

Dari uraian tersebut di atas dapatlah disimpulkan apa arti serta tujuan pengenalan peralatan dan perlengkapan tambang itu. Setelah mengetahui dengan

tepat sifat kelakuan dari semua alat, maka dapat dengan tepat pula menentukan pilihan alat mana yang sesuai dengan macam/jenis pekerjaan yang akan dikerjakan serta cara merawatnya sebaik-baiknya.

Andaikata terjadi sesuatu kerewelan atau kerusakn maka dapat dengan segera diperbaiki sendiri. Hal ini amat penting, mengingat bahwa letak perusahaan tambang hampir selalu jauh dari kota. Mengingat pula bahwa sumber tenaga gerak suatu peralatan mekanis berasal dari 3 macam yaitu :

a. Hasil letupan bahan bakar (Combustion engine)
b. Hasil arus listrik.
c. Hasil udara tekan (Compressed air).

maka sudah barang tentu dituntut pula keahlian dan ketrampilan di bidang permesinan dan perlistrikan.

Ciri khas suatu perusahaan tambang adalah bahwa perusahaan itu menuntut bermacam-macam keahlian dan ketrampilan, antara lain meliputi bidang-bidang geologi, tambang, mesin, listrik, bangunan gedung dan air, pengolahan dan pemasaran. Pada banyak perusahaan, pemenuhan akan tenaga-tenaga yang benar-benar ahli dan terampil dalam bidangnya masih merupakan masalah utama.

Ada peralatan dan perlengkapan tambang yang kadang-kadang dalam sehari dipakai oleh 3 gilir kerja (shift) penuh dengan 8 jam kerja/gilir sehingga tidak ada lagi waktu untuk perawatan dan perbaikan. Pembagian gilir kerja dalam perusahaan-perusahaan tambang pada umumnya adalah sebagai berikut :

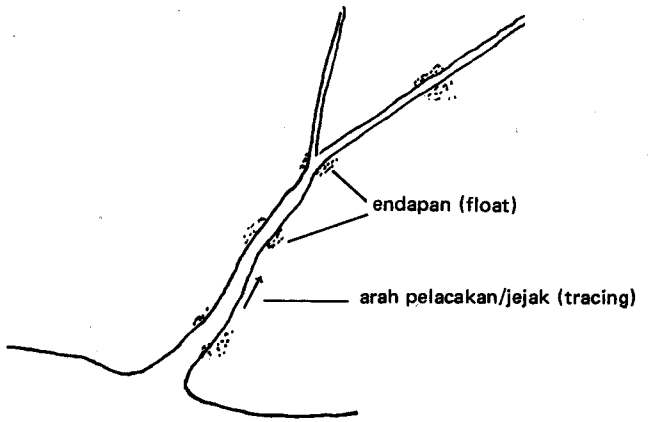
Gilir ke I : bekerja dari jam 06.00 sampai 14.00.
Gilir ke II : bekerja dari jam 14.00 sampai 22.00.
Gilir ke III : bekerja dari jam 22.00 sampai 06.00.

Jadi besarnya target produksi yang hendak dicapai didasarkan atas jenis peralatan, efektifitas, macamnya pekerjaan, keahlian dan keterampilan tenaga kerja (skilled labour), efektifitas jam kerja, jadwal kerja dan koordinasi kerja.

2 Peralatan Prospeksi dan Eksplorasi

1. PERALATAN PROSPEKSI

Yang dimaksud dengan prospeksi atau penyelidikan umum adalah penyelidikan secara geologi umum atau geofisika yang dilakukan di daratan, perairan dan dari udara, dengan maksud untuk membuat peta geologi umum atau untuk menetapkan tanda-tanda adanya bahan galian pada umumnya. Yang diartikan dengan bahan galian ialah cebakan-cebakan alam atau timbunan-timbunan alam yang mengandung bijih-bijih, mineral-mineral unsur-unsur kimia dan batu-batu permata. Umumnya bahan galian letaknya di bawah muka bumi, sehingga untuk mencarinya dibutuhkan peralatan-peralatan khusus. Di dalam usaha mencari letak sumber bahan galian tersebut diperlukan alat-alat untuk melacak (mencari/mengikuti jejak) setelah memperoleh bukti-bukti adanya mineral-mineral berharga di beberapa tempat, misalnya dalam endapan sungai, endapan danau, endapan muara atau pantai, kaki bukit dan sebagainya (Gambar 2-1).



Gambar 2-1 *Mencari jejak*

Alat-alat pelacak atau prospeksi ada 2 macam, yaitu :

- Peralatan prospeksi sederhana atau non mekanis
- Peralatan prospeksi modern atau mekanis.

1.1. Peralatan Prospeksi Non Mekanis

Prospeksi dengan menggunakan jenis alat-alat yang sederhana/non mekanis masih banyak dilakukan di Indonesia. Metoda yang dipakai juga masih secara konvensionil (conventional prospecting method). Pekerjaan prospeksi ini meliputi hasil pendulangan (pan sampling), contoh batuan (chip sampling), parit (trenching) dan sumur uji (test pitting).

Di dalam melacak letak bahan galian di suatu daerah/wilayah, digunakan peralatan dan perlengkapan sebagai berikut :

1. Kompas geologi
2. Palu geologi.
3. Kaca pembesar (loupe)
4. Peta topografi.
5. Mistar baja.
6. Asam khlorida.
7. Pisau baja.
8. Altimeter.
9. Teropong.
10. Alat pemotret.
11. Kantong contoh kantong plastik dan tali.
12. Peralatan tulis-menulis.

Di samping itu perlu pula dilengkapi dengan perlengkapan *keamanan*, misalnya :

13. Sepatu lapangan.
14. Topi/helm pengaman (safety head).
15. Tali-temali dan tongkat.
16. Lampu senter (flashlight).
17. Tempat makan dan minium.
18. Obat-obatan.

Di bawah ini akan dibahas satu per satu jenis peralatan tersebut di atas.

1.1.1. Kompas geologi.

Kompas geologi ialah suatu alat untuk mengetahui arah mata angin,

tempat kedudukan di lapangan (menentukan lokasi dalam peta topografi, mengukur jurus dan kemiringan suatu lapisan batuan (strike & dip) dan lain-lainnya. Jadi jelaslah bahwa alat ini merupakan alat yang sangat penting dan menentukan untuk melacak letak sumber bahan galian.

Sesuai dengan cara pembagian derajatnya, maka kompas geologi dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

a. Type 360°.
b. Type Kwadran.

Masing-masing macam mempunyai ciri-ciri tersendiri, oleh karena itu metoda penggunaannya juga berbeda.

A. Type 360°.

Keliling lingkaran kompas geologi ini terbagi menjadi 0° – 90° – 180° – 270° – 360°, searah putaran jarum jam. Bila dibaca pada cermin maka angka 0°/360° berimpit dengan N (North/Utara), angka 90° berimpit dengan E (East/Timur), angka 180° berimpit dengan S (South/Selatan dan angka 270° berimpit W (West/Barat). Bila dibaca secara langsung maka arah perputaran kedudukan jarum N–W–S–E–N berlawanan dengan perputaran jarum jam.

Untuk mendatarkan letaknya sejajar dengan bidang horisontal, kompas geologi ini dilengkapi pula dengan nivo bulat (bull-eye level). Nivo ini berupa tabung bulat dan pendek yang di dalamnya berisi air. Tabung nivo ini ditutup dengan kaca bergaris merah melingkar seperti cincin, sehingga jika kompas geologi ini digoyang-goyangkan maka gelembung udara dalam nivo turut bergoyang pula. Jika gelembung udara tersebut berada tepat di tengah-tengah garis lingkar merah tadi, maka ini berarti kedudukan kompas geologi sudah mendatar. Kemudian barulah dapat dibidikkan ke suatu sasaran serta dibaca arah mata angin.

Dalam kompas geologi di pasang klinometer untuk mengukur kemiringan suatu lapisan batuan berupa jarum yang bergerak ke kiri dan ke kanan melalui busur 90° – 45° – 0° – 45° – 90°.

Untuk mengatasi penyimpangan jarum magnet, dipasang pula alat inklinasi dan deklinasi. Sedang pada cermin dipasang alat pembidik (vizier) dan lubang incar. Di atas lubang incar ini ada garis tegak lurus yang membelah cermin tersebut menjadi 2 bagian yang sama (azial line). Sedang di ujung kompas dipasang pula alat pembidik yang dapat dilipas ke dalam.

Untuk membedakan jarum kompas yang bermagnet dan yang tidak bermagnet maka salah satu jarum tersebut ditandai dengan lilitan kawat. Dengan demikian akan memudahkan pembacaan tanpa keliru, karena adanya tanda pada salah satu ujung jarum tersebut.

Kompas geologi biasanya dilengkapi dengan tas dari kulit untuk memudahkan pembawaannya di lapangan.

B. Type Kwadran

Keliling lingkaran kompas ini dibagi menjadi 4 kwadran, yaitu masing-masing 0° di impitkan dengan N atau Utara dan juga dengan S atau Selatan. Berarti pembacaan pada jarum kompas dapat dari N ke kiri atau ke kanan, ataupun dari S ke kiri atau ke kanan. Angka 90° di impitkan dengan E atau Timur dan W atau Barat. Berarti angka 45° dapat terletak pada arah mata angin NE (North East) atau Timur Laut, SE (South East) atau Tenggara, SW (South West) atau Barat Daya dan NW (North West) atau Barat Laut.

Kompas ini dilengkapi pula dengan alat pembidik dan lubang incar benang/ garis tegak lurus yang membelah cermin (axial line) dan alat bidik lain terletak di badan kompas yang lebih panjang dan dapat dilipat (peep sight). Untuk mendatarkan badan kompas pada waktu pembacaan, alat ini dilengkapi dengan nivo bulat dan kunci penekan, agar jarum magnet tidak bergerak (lift pin). Untuk mengukur kemiringan lapisan batuan, dipasang klinometer yang dilengkapi dengan nivo tabung nntuk menegak luruskan badan kompas (clinometer level).

Pada salah satu jarum kompas ditandai dengan lilitan kawat (wire coil) yang gunanya, di samping sebagai tanda untuk memudahkan pembacaan agar tidak keliru, juga sebagai perimbangan agar jarum dapat bergerak baik dan bebas. Pembagian derajat untuk klinometer : 90° – 45° – 0° – 45° – 90° dengan skala nonius. Jadi jarum kemiringan (dip) dari kedudukan 0° dapat bergerak ke kiri atau ke kanan sampai 90° . Untuk menepatkan kemiringan, dipasang "clinometer level" pula.

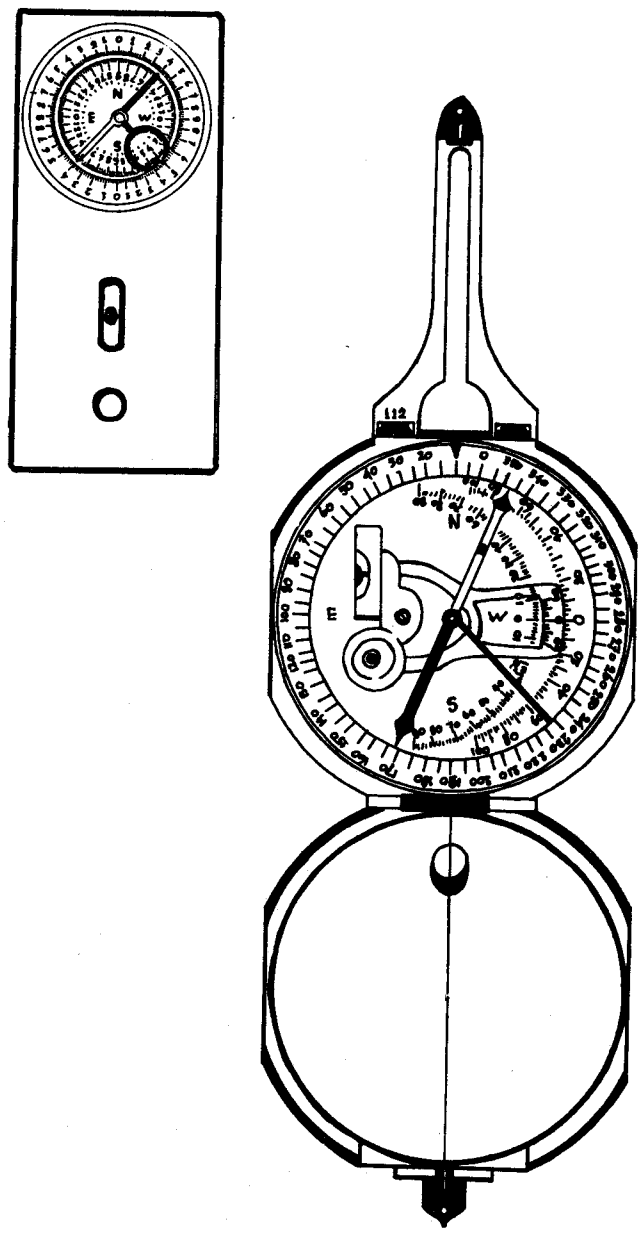
Untuk memudahkan pembawaannya, kompas geologi dilengkapi pula dengan tas kulit.

Biasanya pada bagian luar kompas ini ada tabel pengukuran susut. Dengan adanya tabel ini maka menghitung besar sudut kemiringan dan jarak datar benda serta ketinggian dipermudah. Kelengkapan ini tidak ada pada type Breithaupt.

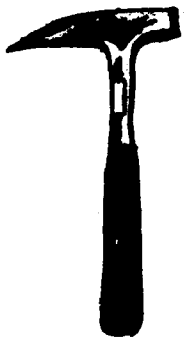
Karena jarum kompas geologi itu sangat peka terhadap tarikan manet besi, maka di dalam pembidikan maupun pembacaan sebaiknya kompas dihindarkan dari benda-benda besi, misalnya pisau belati, tiang listrik/tilpon, palu, rangka besi jembatan dan lain-lainnya.

1.1.2. Palu geologi

Ada 2 macam palu geologi, yaitu jenis khusus untuk batuan yang keras dan jenis khusus untuk batuan sedimen. Jenis pertama ujungnya lancip (Pointed tip rock pick) untuk memudahkan membongkar dan membelah batuan yang keras. Beratnya : 1½ lbs atau kira-kira 0,8 kg. Tangkai palu panjangnya 40 cm sampai 50 cm dan berbentuk agak lonjong serta dibuat dari bahan yang ulet, ringan dan dibalut dengan kulit agar pegangannya tidak licin. Muka kepala palu dibuat persegi dengan ukuran 2½ x 2½ atau 3 x 3 centimeter.

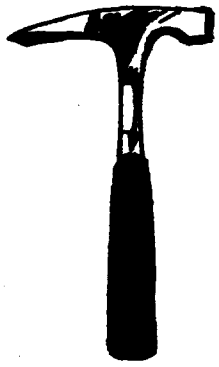


Gambar 2-2 ***Kompas geologi.***



Gambar 2-3 ***Palu untuk batuan keras.***

Pada jenis kedua, di bagian belakang dibuat pipih dan tajam seperti baji (Chisel edge rock pick). Dengan demikian jenis palu ini dapat untuk mengeruk batuan sedimen, sedang kepala palu juga dibuat persegi ukuran 2½ x 2½ atau 3 x 3 centimeter. Di belakang kepala palu ini dibuat melekuk seperti leher. Bobotnya lebih ringan dari jenis pertama (Pointed tip rock pick), yaitu ¾ lbs atau ± 0,4 kg. Panjang tangkainya 40 cm sampai 50 cm, serta dibalut dengan kulit pada tempat pegangan, agar tidak licin.



Gambar 2-4 ***Palu untuk batuan sedimen***

Di samping kedua macam tersebut di atas yang lazim dipakai, sebenarnya ada jenis lain yang khusus untuk memecahkan batuan yang keras sekali, mirip palu godam (Crack hammer). Beratnya palu ini 2 lbs atau hampir 1 kg. Bentuk

ujung dan pangkal palu sama, yaitu berupa persegi dengan ukuran hampir 50 x 50 cm dan badan pendek serta agak membulat di bagian lubang tangkai pegangan, sehingga kelihatan gemuk. Ada bentuk lain yang panjang badannya hampir sama dengan palu godam yaitu 200 sampai 25 cm. Bentuk tangkai pegangan dan panjangnya sama seperti jenis-jenis yang lain.

Gambar 2-5 ***Crack hammer***

Berbagai palu geologi tersebut di atas, kecuali penting untuk mengambil contoh di lapangan, dapat juga dipakai sebagai pegangan pada waktu naik atau turun tebing dengan menancapkannya pada tanah tebing bersangkutan serta dapat pula dipakai sebagai senjata pengaman.

Untuk memudahkan pembawaannya, biasanya dibuatkan sarung dari kulit yang dipasang pada ikat pinggang pembawa dan palu dapat disarungkan melalui tangkainya.

1.1.3. Lensa pembesar (Loupe/handlens)

Untuk dapat melihat dan mencandra butiran-butiran batuan yang kecil diperlukan alat kaca yang dapat memperbesar 5 sampai 15 kali. Alat ini berupa lensa-lensa cembung yang kecil serta diberi bingkai dan pelindung dari logam atau plastik, sehingga dapat dilipat ke dalamnya. Dengan demikian, maka lensa cembung tersebut dapat terlindung dari kerusakan bila jatuh, dan mudah pula dimasukkan ke dalam saku. Karena bentuknya kecil, maka kaca pembesar sebaiknya diberi seutas tali atau rantai yang dapat di-ikatkan ke ikat pinggang, leher atau mata kancing baju pembawa.

Ada "loupe" yang mempunyai 2 lensa (double) dengan pembesaran yang berbeda, misalnya 5 kali dan 10 kali. Sehabis digunakan di lapangan, sebaiknya "loupe" dibersihkan dari kotoran maupun air/uap air dengan kain yang lunak.

Jika ada, sebaiknya dibawa pula mikroskop lapangan untuk memperjelas pengamatan terhadap benda yang diselidiki.

1.1.4. Peta topografi

Peta Topografi dapat di definisikan sebagai peta yang menggambarkan bentuk, penyebaran dan ukuran dari *roman muka bumi.*
Roman muka bumi itu di kelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu:

- *relief*
  bukit-bukit, pegunungan-pegunungan, lembah-lembah, dataran-dataran dan lain-lain.
- *drainage*
  jalan-jalan air seperti sungai-sungai, anak-anak sungai dan lain-lain.
- *culture*
  hasil budaya manusia seperti jalan-jalan kereta api, jalan raya, desa-desa, kota-kota dan lain-lain.

Sedang *relief* pada umumnya digambarkan dengan *garis-garis kontur*, drainage dengan warna biru dan culture dengan warna hitam.

Peta topografi asalnya dari hasil pemotretan suatu wilayah dengan photo udara yang telah diubah berupa garis-garis. Garis-garis yang banyak dan kadang-kadang melingkar itu adalah garis beda tinggi atau kontur (contour). Tempat-tempat yang letaknya pada satu garis kontur, merupakan tempat-tempat yang letaknya sama tinggi dari permukaan tertentu. Beda tinggi atau interval setiap garis dalam satu peta itu sama. Jadi peta topografi merupakan suatu gambaran dari pada suatu wilayah/daerah, di mana permukaan daerah itu diujudkan dalam bentuk garis-garis. Garis-garis tersebut merupakan keadaan bentuk permukaan/morfologi bumi lengkap dengan dimensinya. Bentuk permukaan bumi/roman muka bumi/relief dari suatu daerah dapat berupa bukit-bukit, pegunungan, lembah, sungai, laut, dataran rendah/dataran tinggi, danau-danau dan sebagainya. Di samping kenampakan tersebut, juga digambarkan bangunan-bangunan buatan manusia seperti : jalan, sawah, bangunan gedung, rel kereta api dan lain-lainnya.

Peta topografi yang lengkap antaranya memuat :

- skala atau kedar.
- Nomor lembar peta
- Deklinasi
- Kedudukan dalam lembaran peta atau terhadap lembar peta yang lain dalam lembaran indeks (Index to a joining sheets).

- Garis tinggi/kontur.
- Relief, penirisan (drainage) dan kultur
- Legenda atau keterangan
- edisi peta
- arah utara
- metode pembuatannya (coverage diagram).

1.1.5. Mistar baja

Mistar ini merupakan alat ukur satuan panjang yang diberi tanda meter dan inci. Mistar ini dibuat dari plat baja tipis yang kuat atau dari rantai yang tahan karat. Yang dibuat dari plat baja biasanya dapat digulung. Gulungan ini ada yang terbuka dan ada yang masuk dalam sarung/tas bulat dari kulit. Panjang baja bermacam-macam, yaitu dari beberapa meter sampai puluhan meter. Dengan mistar baja dapat diukur dengan tepat jarak datar, tebal lapisan batuan, ketinggian dan lain-lainnya. Dengan demikian akan melancarkan pekerjaan penelitian di lapangan.

Sehabis dipakai, sebaiknya mistar segera dibersihkan dari kotoran-kotoran dan air yang melekat. Setelah bersih barulah diminyaki sedikit agar tidak lekas berkarat dan digulung kembali dengan rapi.

1.1.6. Asam khlorida (HCl)

Zat kimiawi ini yang berupa cairan merupakan larutan asam khlorida dengan kepekatan antara 10% dan 15%. Zat ini diperlukan untuk menguji jenis batuan yang mengandung kapur/gamping, misalnya batu, gamping, kalsit, pualam dolomit, napal dan lain-lainnya. Pengujian tersebut memberikan reaksi kimia sebagai berikut :

$$CaCO_3 + 2HCl \text{ - - - - - } CaCl_2 + H_2O \uparrow + CO_2 \uparrow$$

Karena HCl berbahaya bagi kulit manusia, maka sebaiknya waktu dibawa ke lapangan ditempatkan dalam botol yang tersumbat rapat dengan gabus/plastik dan diberi tanda. Jangan lupa membawa pipet/alat penetes untuk meneteskan cairan HCL nanti pada batuan.

1.1.7. Pisau baja

Pisau ini cukup berukuran kecil saja atau berupa belati, dan harus tajam serta dibuat dari baja Mn atau baja tempat yang kuat dan keras (kekerasannya mendekati 7 skala Mohs). Bekas per mobil merupakan bahan yang cukup baik untuk membuat pisau tersebut.

Untuk memudahkan pembawaan, sebaiknya dibuatkan sarung pisau dari

kulit yang dapat diikatkan pada ikat pinggang. Kegunaan pisau di lapangan banyak, misalnya untuk perintisan jalan setapak, membela diri jika ada bahaya, sebagai benda bidik/tanda, potong-memotong dan sebagainya. Pisau ini sehabis dipakai sebaiknya segera dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat.

1.1.8. Altimeter

Alat ini gunanya untuk mengukur ketinggian letak tempat. Sebelum berangkat ke tempat yang dituju, sebaiknya altimeter disetel dicocokkan terlebih dahulu dengan ketinggian letak tempat permulaannya (ketinggian ini dapat diketahui dalam peta topografi atau stasiun kereta api terdekat.

Altimeter bentuknya bulat seperti jam dan ada yang kecil ukurannya, sehingga mudah dibawa dengan dimasukkan dalam saku baju atau celana. Karena itu dinamakan pula altimeter saku (Pocket altimeter).

Altimeter dilengkapi juga dengan alat pengukur tekanan udara atau barometer. Memang letak ketinggian sesuatu tempat erat hubungannya dengan tekanan udara. Makin tinggi letak suatu tempat dari permukaan air laut, akan makin kecil pula tekanan udara atau tipis udaranya. Sudah tentu udaranya juga makin dingin.

1.1.9. Teropong (Kijker/veld kijker)

Untuk memperjelas penglihatan benda-benda yang jauh letaknya, atau untuk penelitian tempat-tempat yang sukar dijangkau diperlukan teropong. Jarak pendekatan teropong mulai dari 100 kali sampai 10.000 kali untuk misalkan benda yang letaknya 10.000 m atau 10 km jauhnya dari sipengamat.

Teropong ada yang tunggal dan ada yang ganda. Bentuknya bulat seperti tabung yang di dalamnya dipasang lensa-lensa cembung dan cekung serta kadang-kadang prisma untuk pemantul. Karena pendek dan ringan, maka teropong mudah dibawa ke mana-mana. Agar tidak mudah jatuh maka teropong sebaiknya diberi tali yang diikatkan/dikalungkan ke leher. Lensanya juga diberi penutup agar tidak basah atau terbentur pada benda keras bila jatuh dan sebagainya. Sehabis dipakai di lapangan, sebaiknya teropong segera dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat dan dimasukkan ke dalam tas atau sarungnya yang dibuat dari kulit.

1.1.10 Alat pemotret/pengambilan gambar

Alat ini gunanya untuk mengabadikan suatu benda (obyek) yang penting. Dengan demikian di samping mencatat data di lapangan, ada juga bukti-bukti yang jelas melalui protret. Jika sekiranya ada kekeliruan atau kurang tepat menentukan analisa, maka potret ini akan dapat membantu membetulkan kesalahan tersebut.

Pemotretan sebaiknya menggunakan film berwarna agar jelas tampak perbedaan antara bantuan yang satu dengan yang lain. Sebaiknya pula memilih film dengan ukuran 3 x 4 cm saja agar dapat membuat potret yang banyak di lapangan. Setelah selesai dipakai alat potret sebaiknya segera dibersihkan dari kotoran-kotoran, terutama lensanya dibersihkan dengan kain lunak (flanel) serta ditutup dengan penutup. Kemudian selanjutnya ditempatkan kembali ke dalam tasnya.

1.1.11. Kantong sample, kantong plastik dan tali

Kantong sample gunanya untuk menyimpan contoh batuan/sample (hand spicemen) yang diambil di lapangan. Karena contoh batuan itu kecuali berat kadang-kadang juga keras, maka sebaiknya kantong sample dibuat dari kain yang kuat (kain terpal).

Yang dimaksud dengan kantong plastik ialah kantong kecil-kecil yang dibuat dari plastik untuk tempat contoh batuan. Kantong plastik ini kecuali tembus cahaya (transparan) juga kedap air, sehingga air yang ada dalam batuan itu tidak akan tumpah. Juga batuan yang berbutir halus tidak akan tertumpah atau berceceran. Batuan yang ditempatkan di dalam kantong plastik ini diberi tanda tulisan dengan spidol atau label tentang : tempat/lokasi, jenis batuan, batuan induk dan sebagainya. Kemudian dibungkus lagi dengan kantong plastik yang lebih besar dan diikat dengan tali di ujungnya, atau dapat juga ditutup dengan hechtietjes). Dengan demikian batuan tersebut terhindar dari kerusakan akibat air, jatuh atau bergesekan dengan batuan lain di dalam kantong/tas contoh batuan.

Untuk membungkus peta topografi diperlukan pula kantong plastik yang besar yang langsung dipakai di lapangan, agar peta tersebut dapat terhindar dari kelembaban atau curah hujan. Kantong-kantong plastik ini kecuali murah dan mudah diperoleh, juga benda/sample yang ada di dalamnya dapat langsung terlihat dengan jelas. Tiap-tiap sample yang diambil harus diberi kode nomor yang jelas dan sistimatis, yang dapat memberikan identitas si pengambil sample lokasi maupun nomor urutnya. Di samping itu juga harus dicatat dalam buku catatan lapangan ("field notes").

Di Unit Tambang Bauksit di Kijang, sebagai tempat batuan digunakan kotak dari kayu (istilah setempat kaleng) yang berukuran : 20 x 20 x 30 cm dan karung goni. Contoh batuan dari lubang uji di lapangan lalu dibawa ke laboratorium untuk diuji akan kadar Al, Si dan Fe. Pada kaleng atau karung goni disalibkan label sebilah papan yang diberi tulisan-tulisan. Contohnya sebagai berikut:

S.D.V.	=	Nama tempat pengambilan sample.
28	=	titik lubang uji yang diambil contoh batuannya digali ("channel").
010 – 210	=	tebal lapisan bauksit.

Di Unit Tambang Emas Cikotok dan Cirotan, untuk pengambilan contoh

batuan pada lubang kerja (stope atau drift/crosscut), digunakan kantong-kantong sample yang dapat memuat sampai 10 kg. Pengambilan contoh batuan pada dinding muka lubang-lubang kerja front tambang tersebut, dilakukan baik sebelum maupun setelah penembakan/peledakan.

1.1.12. Peralatan tulis-menulis

Peralatan ini meliputi buku tulis, buku catatan (block-note), kertas milimeter, pensil-pensil baik berwarna maupun hitam, spidol, karet penghapus, busur derajat, segitiga, mistar, jangka, "clip-board", map jepitan, plester/cello-tape, paku payung (pins), tas dan kantong plastik berukuran besar. Bila diperlukan dapat pula membawa kalkulator.

Di lapangan selain segala peralatan tersebut di atas, harus pula dibawa peralatan dan perlengkapan pribadi, misalnya sepatu lapangan yang kuat, topi, talitemali yang kuat, senter, tempat makan dan minum, obat-obatan, ikat pinggang dan sebagainya.

Peralatan dan perlengkapan tersebut di atas, sebagian ada yang dipakai pada pekerjaan eksplorasi secara sederhana, baik di front kerja terbuka maupun di dalam lubang-lubang kerja/"stope", misalnya pengambilan contoh batuan secara melubang ("chip"), membuat paritan (trench), saluran (channel) dan sumur uji. Biasanya alat cangkul, dandang dan sekup cukup dapat dipinjam dari penduduk setempat, atau jika perlu dapat pula membawa sendiri.

1.2. Peralatan Geofosika

Eksplorasi geofisika adalah eksplorasi yang dilakukan dari permukaan tanah (dataran), laut maupun udara berdasarkan sifat-sifat fisis daripada batuan (bumi). Kalau pada eksplorasi biasa, yang oleh sementara orang dinamakan cara konvensional, orang/petugas harus sampai pada endapan yang dituju atau setidak-tidaknya harus ada contoh batuannya, maka pada cara feofisika ini orang cukup mengamatinya dari permukaan tanah, laut maupun udara. Eksplorasi geofisika berkembang pada awal abad ke 20. Pengeterapannya pertama kali untuk industri perminyakan ialah pada pertengahan tahun 1920 di daerah Gulf Coast, Amerika Serikat.

Berdasarkan sifat-sifat fisika, eksplorasi geofisika ini dibagi menjadi 5 bagian, seperti diterangkan di bawah ini :

1. cara gravitasi.
2. cara seismik.
3. cara magnetik
4. cara listrik
5. radioaktif.

1.2.1. Cara gravitasi

Cara ini termasuk eksplorasi geofisika statis dan langsung. Dikatakan statis, karena yang diukur adalah medan alam, yang dalam hal ini adalah gravitasi. Sedang dikatakan langsung, karena yang diukur/dituju adalah endapannya langsung.

Gravitasi sendiri erat hubungannya dengan kerapatan (density). Kerapatan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor:

1. *Kandungan SiO_2.*
   Makin banyak kandungan SiO_2 nya, makin kecil kerapatannya.
2. *Kristalisasi mineral.*
   Batuan beku dalam, kerapatannya lebih besar dari pada batuan permukaan. Sedang untuk batuan sedimen, besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh kekompakannya. Dengan perkataan lain kerapatan pada umumnya tergantung pada umurnya.
3. *Porositas.*
   Makin besar porositas suatu batuan, makin kecil pula kerapatannya.

Perlu diketahui bahwa gravitasi di bumi di berbagai tempat tidak sama. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketidaksamaan itu adalah :

– *Ketinggian tempat*
  Gravitasi untuk daerah pantai dan puncak gunung adalah tidak sama. Ketidak samaannya terletak pada jaraknya (r). Hal ini dapat dilihat berdasar rumus grafitasi :

$$g_v = \varphi \frac{M}{r} 2$$

g_v = gravitasi vertikal (gram/cm^2)

φ = konstanta gravitasi yang biasanya sebesar $6{,}37 \times 10^{-8}$

r = jarak (dalam cm).

m = massa (dalam gram)

maka jelaslah, bahwa karena perbedaan jarak (r) maka gravitasi untuk kedua tempat tersebut di atas tidak sama.

PERPUSTAKAAN WILAYAH PERENCANAAN
Jl. Walikota Mustajab. 68
SURABAYA

– *Letak menurut garis lintang*

Seperti diketahui, bumi ini berputar pada porosnya. Karena itu ada gaya sentrifugal yang melawan gravitasi. Di khatulistiwa gaya sentrifugal itu terbesar, yang berarti gravitasinya terkecil. Untuk daerah kutub, gravitasinya terbesar.

– *Pasang surut.*

Proses pasang surut dipengaruhi oleh kedudukan bulan, terhadap bumi.

– *Topografi.*

Dua tempat yang sama tingginya dari muka laut, belum tentu memiliki gravitasi yang sama. Ini dapat disebabkan karena yang satu terletak di dataran (tidak dikelilingi gunung-gunung atau jauh dari pegunungan), sedang yang lainnya dikelilingi oleh gunung. Dalam hal ini massa dari gunung-gunung tersebut berpengaruh terhadap gravitasi sesuatu tempat.

PERALATANNYA

A. "Torsion Balance"

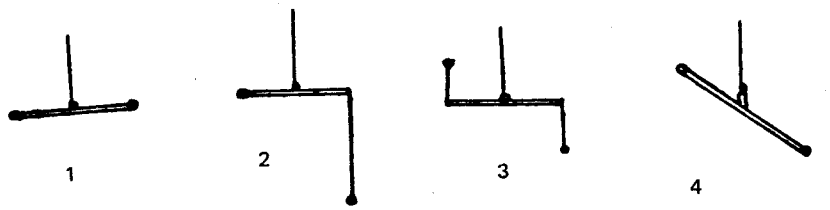
Alat ini mula-mula banyak digunakan untuk kepentingan geodesi. Sesuai dengan namanya, maka pada alat ini ada unsur keseimbangannya ("balance"nya). Alat ini terdiri atas dua massa yang sama, masing-masing diletakkan pada ujung sebuah batang (beam). Di tengah-tengah batang tersebut ada sebuah tali yang dapat berputar (torsion wire). Berat masing-masing massa 25 gram, sedang panjang batang 40 cm. Jenis yang paling sederhana dari alat ini adalah "Cavendish balance". Umumnya pembacaan pada balance itu dilakukan secara optis, di mana dapat dilihat sudut putarannya.

Kelemahan-kelemahan dari pada "torsion balance" adalah :

1. Terlalu peka (sensitif) terhadap tarikan-tarikan yang kecil sekalipun.
2. Karena setiap pengukuran harus dalam keadaan seimbang, maka setiap perpindahan tempat harus dibuat seimbang terlebih dahulu. Ini berarti memakan waktu yang lama.
3. Untuk ketelitian yang cepat dan tepat, maka sebaiknya pengukuran itu dilakukan pada bidang horizontal.

Berbagai macam "Torsion balance" adalah sebagai berikut :

1 . "Cavendish balance".
2 . "Standard fosvos balance".



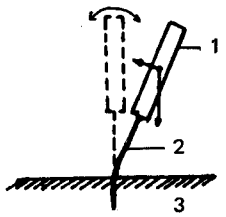
Gambar 2-6 *Jenis-jenis "Torsion balance"*

3 . Variasi dari jenis standard.
4 . "Tilt-beam balance".

Ke 4 jenis alat tersebut prinsip kerjanya adalah sama. Jenis dari alat-alat itu adalah sebagai berikut :

B. Pendulum

Arti dari pada pendulum adalah ayunan. Cara kerja dari pendulum ini adalah sebagai berikut : pendulum dibawa di atas suatu daerah yang di bawahnya terdapat suatu batuan dengan massa yang besar, maka alat ini akan berayun-ayun. Skema gambarnya :



1. Pemberat
2. "Rod" yang berfungsi sebagai per/pegas.
3. Fondasi.

Gambar 2-7 *Pendulum*

Dengan menghitung waktu getarnya (T), maka dapat dicari besarnya gravitasi. Dari pelajaran fisika telah diketahui rumus untuk T sebagai berikut :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgh}}$$

I = Momen enersia dalam gram, cm^2
m = massa pemberat dalam gram
g = gravitasi dalam cm/det^2
h = panjang "rod" dalam cm

Bila rumus itu dijabarkan, akan diperoleh besarnya gravitasi, dan rumusnya menjadi sebagai berikut :

$$g = \frac{4\pi^2 I}{mhT^2}$$

Dari rumus itu jelas terlihat bahwa untuk menghitung besarnya gravitasi harus dihitung T terlebih dahulu.

Jenis-jenis pendulum, sesuai dengan pabrik yang mengeluarkannya, antara lain adalah :

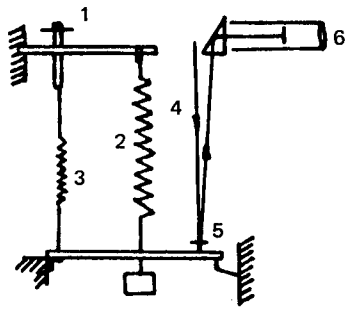
1 . "Geodetic Pendulum"
2 . "Gulf Pendulum"
3 . "Holweck Leyay Pendulum".

Ke tiga pendulum di atas prinsip kerjanya sama. Pembacaan secara langsung tidak ada. Jadi gravitasinya terlebih dahulu harus dihitung dengan rumus di atas.

C. Gravimeter

Alat ini dinamakan pula "gravity meter". Penggunaannya lebih praktis dari pada alat-alat lainnya seperti balance dan pendulum, karena pada gravimeter tersebut besarnya gravitasi langsung dapat dibaca.

Cara kerja gravimeter ialah sebagai berikut (lihat gambar 2-8).



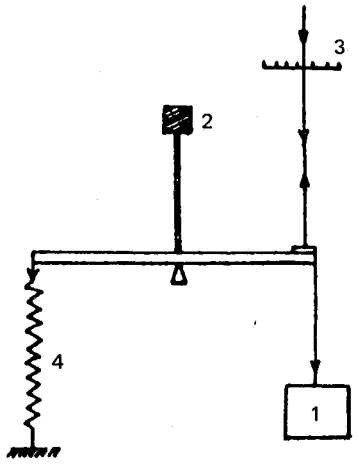
1. Sekrup mikrometer.
2. Per utama
3. Per pengatur.
4. Sinar.
5. Kaca.
6. Mata.

Gambar 2-8 *"Hartley gravimeter"*

Alat ini terdiri atas sebuah batang yang dipasang horizontal pada suatu dinding. Pada batang tersebut dipasang 2 buah per yang dihubungkan dengan sebuah batang lain yang terletak di bawahnya. Per yang satu dapat disetel (ajusting spring) dan yang lain ada pemberatnya. Pada salah satu ujung batang yang bawah ada engsel (sendi), sehingga ujung lain batang tersebut dapat naik turun. Pada bagian batang bawah yang dapat bergerak dipasang sebuah cermin. Dengan demikian setiap perubahan gravitasi akan menyebabkan batang tersebut bergerak naik turun, dan dengan sendirinya cermin itu turut bergerak pula. Kemudian secara optis dapat dibaca berapa besar gravitasinya yang dapat dilihat pada skala-skala yang ditunjuk oleh batang yang dapat bergerak itu.

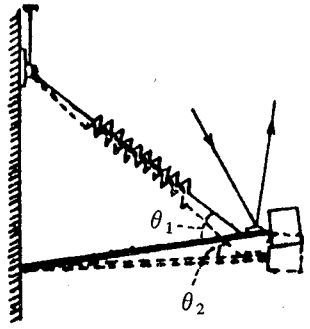
Berbagai gravimeter jenis lain di antaranya ialah :

1 . "Thyssen gravimeter".
2 . "La Costa-Romberg gravimeter".
3 . "Humble gravimeter".

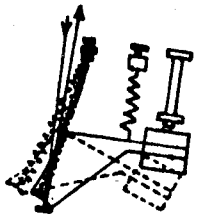


1. Pemberat
2. "Pivot"
3. Skala
4. Per.

Gambar 2-9 *"Thyssen gravimeter"*

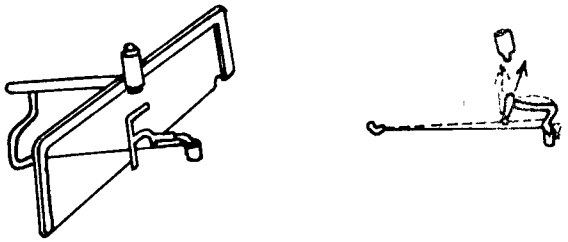


Gambar 2-10 *"La Costa-Romberg gravimeter"*



Gambar 2-11 *"Humble gravimeter".*

Gravimeter-gravimeter tersebut sudah lebih baik dari pada pendulum, tetapi masih memiliki kelemahan-kelemahannya, antara lain pengaruh dari luar. Pengaruh luar yang paling banyak datangnya dari perubahan suhu. Perubahan-perubahan yang sekecil-kecilnya pun membawa pengaruh terhadap pembacaannya. Karena itu muncul kemudian berbagai gravimeter jenis baru yang bebas dari pengaruh luar tersebut. Alat jenis baru ini adalah gravimeter biasa yang diletakkan dalam tabung tertutup, di mana suhu dalam tabung dapat diusahakan, tetap, walaupun suhu luarnya berubah-ubah. Alat pengatur suhu ini berfungsi sebagai dapur listrik mini yang digerakkan oleh batere. Contoh dari pada gravimeter jenis ini adalah "Woden Atlas gravimeter".



Gambar 2-12 *"Worden dan Atlas gravimeter".*

Eksplorasi geofisika secara gravitasi cocok untuk penyelidikan-penyelidikan pendahuluan dalam pencarian minyak bumi (Reconnaissance exploration) dan studi geologi regional. Gejala-gejala yang dapat ditandainya antara lain : adalah kubah garam, antiklin, patahan dan sebagainya.

Dibanding dengan eksplorasi secara biasa maka penyelidikan geofisika (seismik, listrik dan sebagainya), lebih menguntungkan. *Keuntungan-keuntungannya* ialah :

1. Beaya relatif lebih murah
2. Dapat diterapkan untuk segala medan, baik yang berrawa-rawa, berhutan lebat maupun berbukit-bukit. Untuk medan-medan tersebut eksplorasi cara biasa sukar dilaksanakan.
3. Waktunya lebih pendek.
4. Untuk waktu yang sama, daerah yang dapat dieksplorasi lebih luas.
5. Dapat dilakukan dari darat, laut dan kadang-kadang dari udara (cara magnetis dengan "airhorn magneto-meter").
6. Jumlah pekerjanya lebih sedikit.

1.2.2. Eksplorasi cara seismik

Eksplorasi cara seismik termasuk dalam eksplorasi geofisika dinamis. Di sini yang diukur adalah medan buatan. Jadi dalam hal ini sengaja dibuat seisma atau gempa buatan dengan melakukan peledakan-peledakan. Caranya ialah terlebih dahulu membuat lubang tembak, yang biasanya dilakukan dengan pemboran, kemudian ke dalam lubang tembak tersebut dimasukkan bahan peledak dan lalu diledakkan. Pada jarak tertentu yang sudah diukur dari titik ledakan itu dipasang detektor-detektor/geofon/geofon yang dapat menangkap waktu perambatan gelombang suara melalui medium lapisan-lapisan batuan. Dengan mengetahui waktu datangnya gelombang tersebut, kemudian dengan perhitungan-perhitungan matematik, dapat diketahui ada tidaknya endapan bahan galian yang dicari. Tidak sampai di situ saja, bahkan kwantita dari bahan galiannya dapat pula dihitung (lihat pelajaran Teknik Eksplorasi).

Untuk sekedar mengetahui bagaimana jalannya gelombang suara pada lapisan batuan, terlebih dahulu harus diingat pelajaran fisika dalam di mana disebutkan bahwa gelombang-gelombang suara itu sifatnya seperti cahaya, yang bila melalui beberapa medium dapat dipantulkan atau dibiaskan (direfleksikan dan direfraksikan). Karena itu eksplorasi geofisika secara seismik dibagi lagi menjadi 2 yaitu :

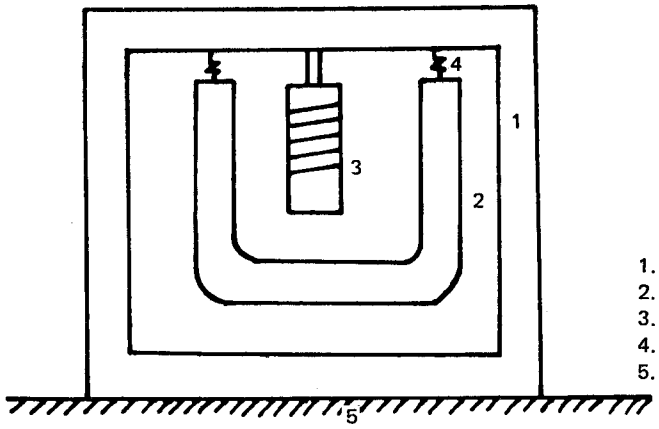
- cara seismik refraksi
- cara seismik refleksi.

PERALATAN SEISMIK

Di atas telah disinggung, bahwa pada cara seismik yang diukur adalah waktu perambatan gelombang suara melalui lapisan batuan. Untuk ini digunakan alat yang dinamakan geofon (ada pula yang menamakan seismo-meter). Alat ini sangat peka, sehingga dapat menangkap getaran-getaran 5 – 100 C.P.S. (cycle per second) untuk cara refraksi dan 10 – 150 C.P.S. untuk cara refreksi.

Sasaran yang dapat ditangkap oleh alat ini adalah hanya komponen-komponen vertikal dari gerakan bumi saja. Macam-macam geofon :

A. Geofon jenis elektromagnetik.



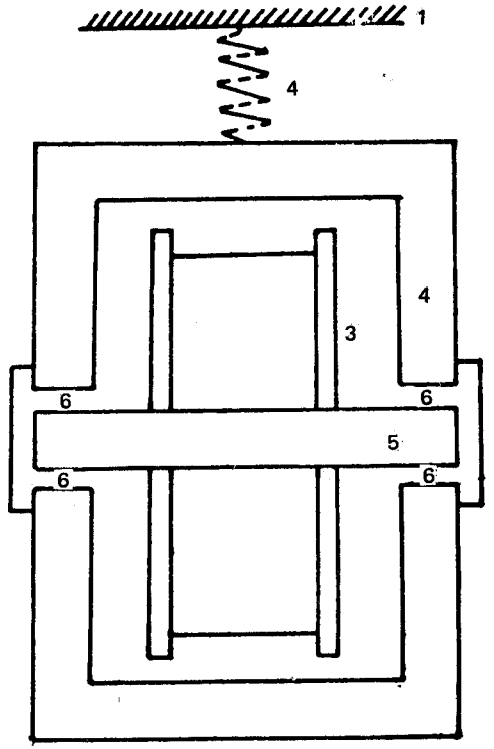
1. Kotak
2. Magnet permanen
3. Kumparan
4. Per
5. Tanah

Gambar 2-13 *Geofon jenis elektromagnetik.*

Jenis ini sangat sederhana dan banyak digunakan. Alat ini terdiri atas sebuah kumparan ("coil") dan sebatang magnet permanen. Kumparan dipasang tetap (fixed) pada kotaknya (case). Sedang magnetnya dipasang pada kotak dengan perantaraan pegas. Karena itu setiap ada gerakan bumi, magnet tersebut dapat bergerak-gerak pula. Dengan bergeraknya magnet tersebut maka pada kumparan timbul listrik. Kemudian dengan perlengkapan lainnya gerakan yang menimbulkan listrik itu dapat dibaca.

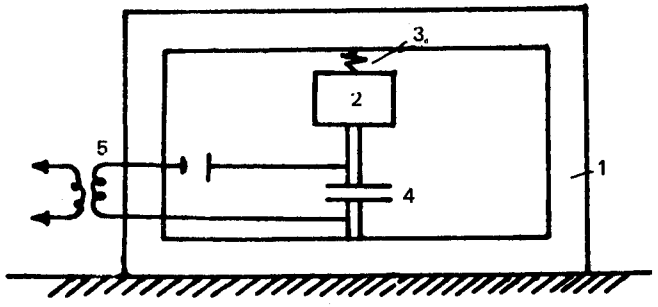
B. Geofon jenis "Reluctance"

Alat ini terdiri atas 2 magnet permanen yang letaknya berhadapan, tetapi dengan masing-masing kutub magnetnya berlawanan. Kedua magnet tersebut dihubungkan dengan bahan yang non-magnetik. Antara kedua magnet itu ada sebuah kumparan yang di tengahnya dihubungkan dengan sebuah batang dan langsung dipasang mati dengan kotak. Kedua magnet tersebut di atas dihubungkan dengan kotaknya oleh sebuah pegas, sehingga dapat bebas bergerak naik turun. Dengan demikian, setiap gerakan bumi akan menyebabkan magnet itu bergerak-gerak. Ini menimbulkan adanya kekosongan udara ("air gap") antara kumparan dan batang pemegang kumparan. Sedang dalam keadaan normal, kedua kosong udara "gap" udara tersebut seimbang. Ketidak seimbangan kedua kosong



1 = Kotak
3 = Kumparan
4 = Magnet Permanen
5 = Batang Penghubung Kumparan dengan kotak
6 = "Air Gap"

Gambar 2-14 *Geofon jenis "Reluctance".*



1 = Kotak
2 = Pemberat
3 = Per
4 = Keping kondensor
5 = Transpormer

Gambar 2-15 *Geofon jenis "Capacitive"*

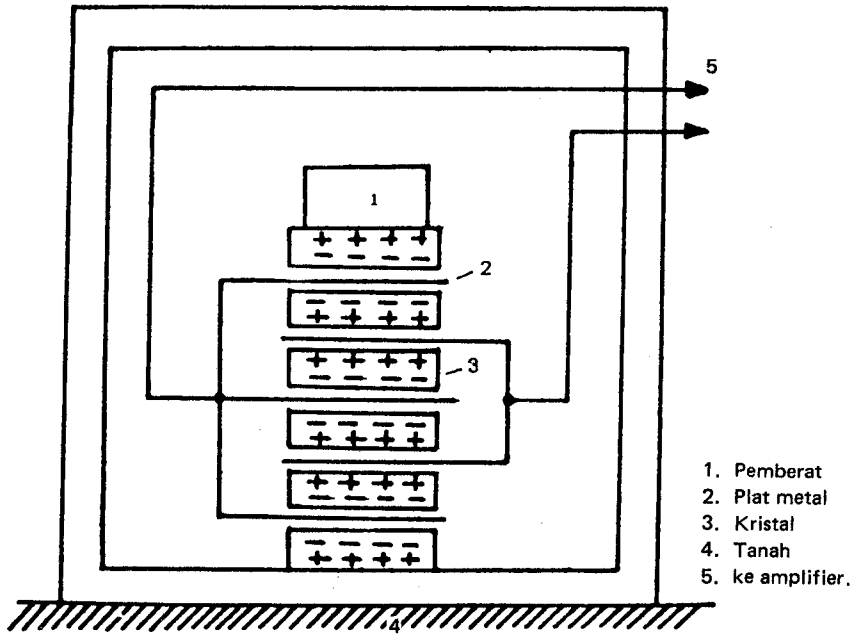
udara "gap" udara tersebut menyebabkan timbulnya listrik yang disebabkan adanya induksi.

C. Geopon jenis "Capacitive"

Pada geopon ini digunakan unsur "inertial" (inertial element) yang dihubungkan dengan salah satu plat kondensor. Plat/keping yang lain dihubungkan langsung dengan tanah, massa di atas kondensor itu digantungkan pada kotak oleh sebuah pegas. Setiap ada gerakan bumi akan menyebabkan keping-keping kondensor tersebut merenggang rapat. Perubahan-perubahan ini akan dicatat oleh suatu alat. Dengan demikian dapat diketahui ada tidaknya gerakan, yang pada umumnya disebabkan oleh pengaruh dari badan geologi di bawah muka tanah.

D. Geofon jenis "Piezoelektrik"

Geofon ini termasuk jenis tekanan (Pressure-type). Pada alat ini massanya terletak pada keping-keping batere yang terbuat dari unsur-unsur seperti kwarsa dan turmalin. Setiap gerakan bumi akan menyebabkan massa itu menekan keping-keping tersebut. Skema gambarnya adalah sebagai berikut :

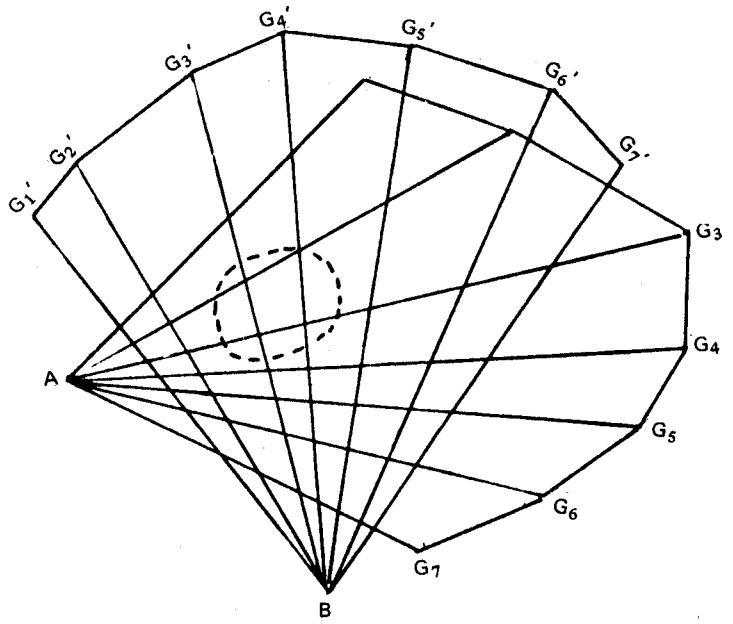


Gambar 2-16 *Geofon jenis "Piezoefektric".*

Dalam prakteknya, pada eksplorasi secara seismik baik refleksi maupun refraksi, peledakan tidak cukup hanya dilakukan sekali saja. Demikian pula penempatan geofon-geofonnya juga tidak boleh sembarangan. Untuk ini sudah ada pola-pola penempatan tersendiri, sebagai berikut :

a. Pola kipas

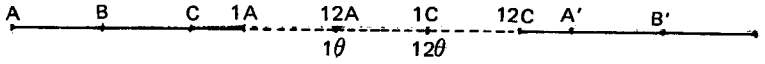
Pada pola ini di sekitar titik ledakan ditempatkan beberapa geofon. Bila titik-titik geofon tersebut satu sama lain dihubungkan dan kemudian juga dihubungkan dengan titik ledakan, maka seolah-olah bentuknya seperti kipas. Jari-jari kipasnya sepanjang 7,5 – 15 km. Untuk lebih teliti maka kadang-kadang diadakan ledakan dengan pola kipas pada daerah disebelahnya.



Gambar 2-17 *Penempatan geofon menurut pola kipas.*

b. Pola garis atau pola profil.

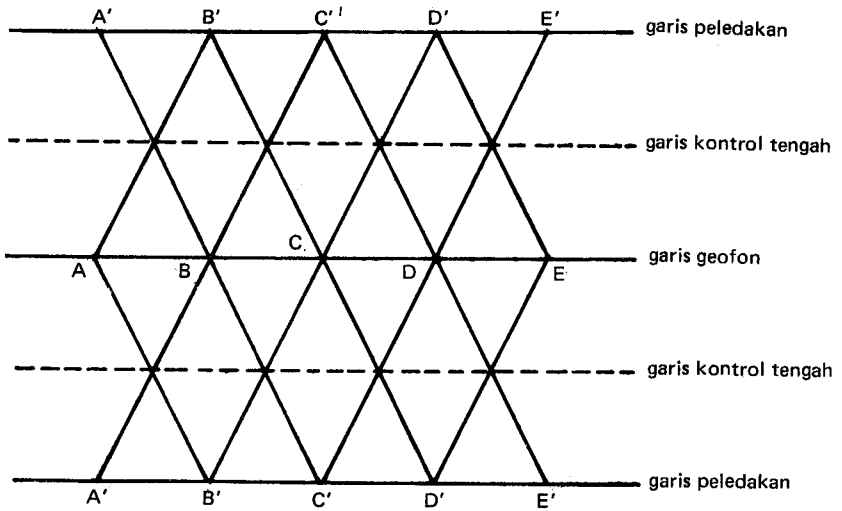
Di sini penempatan geofon-geofon dan titik ledaknya terletak pada satu garis lurus. Sebaiknya jarak antara geofon-geofon itu dibuat tetap, demikian pula antara titik-titik ledaknya.



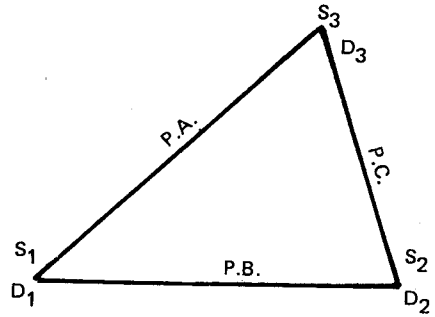
Gambar 2-18 ***Penempatan geofon menurut pola garis/profil.***

c. *Pola "Broad side".*

Di sini ledakannya tidak hanya sekali saja, tetapi dilakukan beberapa kali. Titik-titik ledakannya terletak pada 2 garis sejajar, sedang geofon-geofon terletak pada garis tengah kedua garis sejajar tersebut.



Gambar 2-19 ***Penemaptan geofon menurut pola "Broad side"***



Penempatan geofon menurut pola segi-tiga.
S1, S2 dan S3 = titik ledakan ke 1, 2 dan 3.
Di, D2 dan D3 = detektor ke 1, 2 dan 3.
P.A. = profil A
P.B. = profil B
P.C. = profil C.

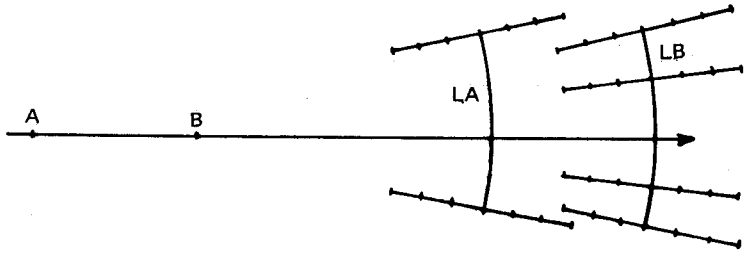
Gambar 2-20 ***Penempatan geofon menurut pola segi-tiga.***

d. *Pola segitiga*

Dari namanya sudah jelas bahwa geofon-geofonnya membentuk segitiga, demikian pula titik-titik ledakannya.

e. *Pola lengkung*

Penempatan geofon dalam pola ini merupakan busur lingkaran dengan titik ledakan sebagai pusatnya. Bila ledakannya lebih dari satu, maka diusahakan supaya ledakan tersebut segaris. Jari-jari kelengkungan dari tiap-tiap ledakan sama.



Penempatan geofon menurut pola lengkung.
A dan B = titik ledakan A dan B.
L.A = lengkung A. L.B. = lengkung B.

Gambar 2-21 ***Penempatan geofon menurut pola lengkung.***

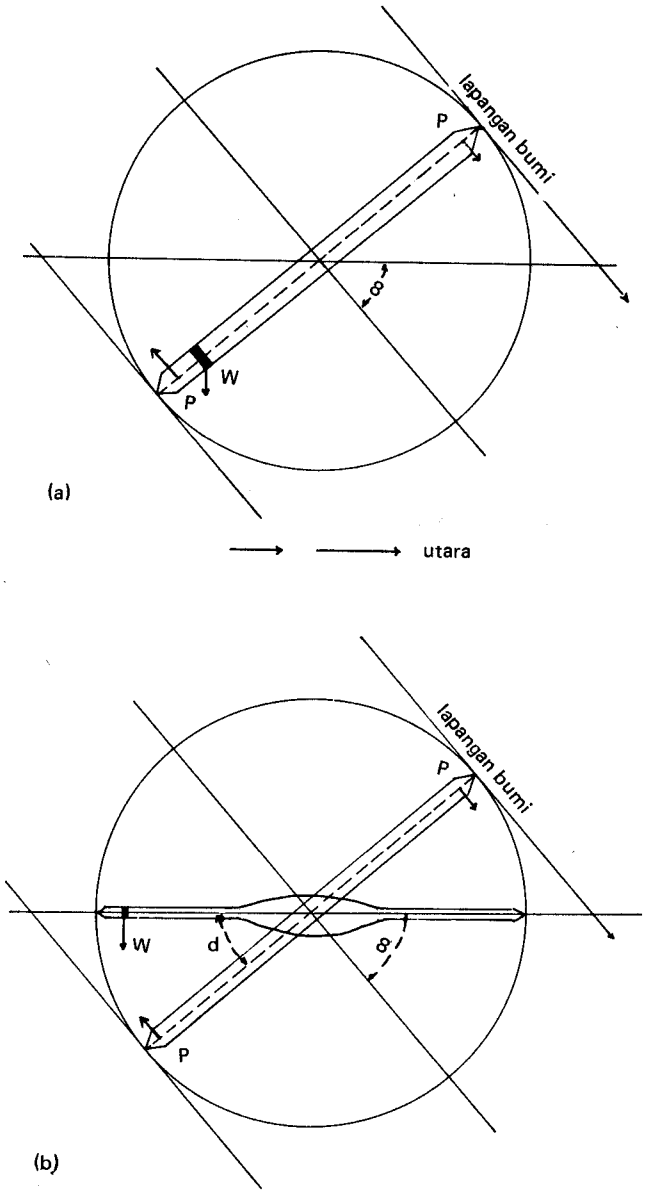
1.2.3. Cara magnetik

Eksplorasi magnetik termasuk cara yang terkuno dalam eksplorasi geofisika. Kegunaannya untuk mencari minyak bumi dan bahan-bahan galian, terutama bahan galian magnetik.

Untuk mencari minyak bumi, yang menjadi sasarannya ialah menentukan struktur-struktur geologi di mana kemungkinan minyak bumi itu terkumpul. Struktur-struktur itu antara lain adalah antiklinal, kubah-kubah garam dan sebagainya. Jadi eksplorasi minyak bumi itu dilakukan secara tidak langsung.

Karena dalam eksplorasi cara magnetik alat-alatnya dapat digunakan di darat, laut maupun udara, maka cara ini sangat praktis khususnya bila dibanding dengan cara eksplorasi biasa. Meskipun demikian cara tersebut ada pula kerugiannya, ialah :

— Bila daerah yang dieksplorasi tidak luas, maka cara magne-



Gambar 2-22 *"Dip needle".*

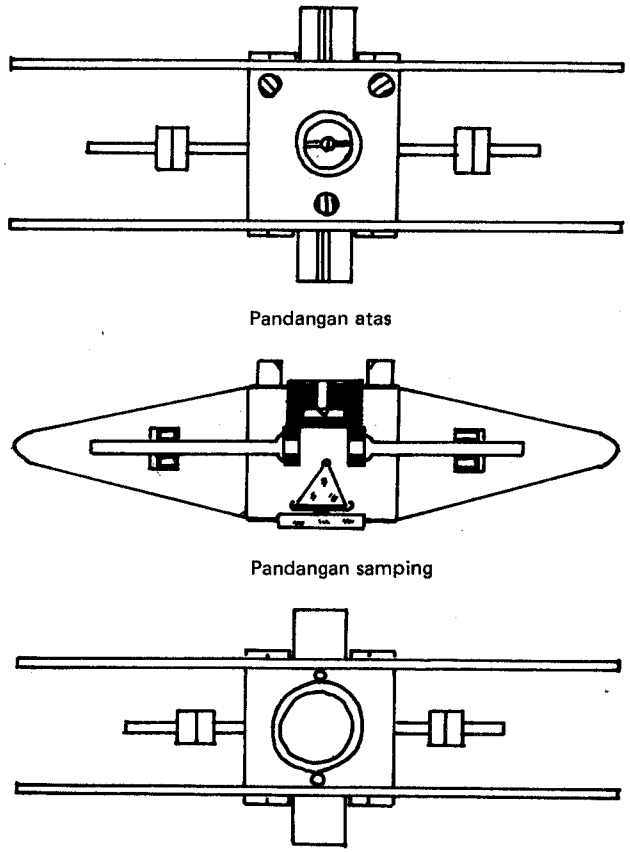
tik dari udara beayanya relatif menjadi lebih mahal.

– Karena dari udara, maka dengan sendirinya ketelitiannya kurang.

PERALATANNYA

A. "Dip needle".

Pada alat ini jarum kompasnya dapat bergerak bebas dalam bidang vertikal. Pada sisi jarum yang sebelah dipasang pemberat yang dapat di-



Gambar 2-23 *"Magnetometer".*

atur, sehingga jarum tersebut kedudukannya horizontal. Bila ada perubahan dalam arah vertikal yang disebabkan oleh tarikan medan magnetiknya, maka jarum itu akan bergerak. Dengan demikian dapat pula diketahui perubahan sudut inklinasinya.

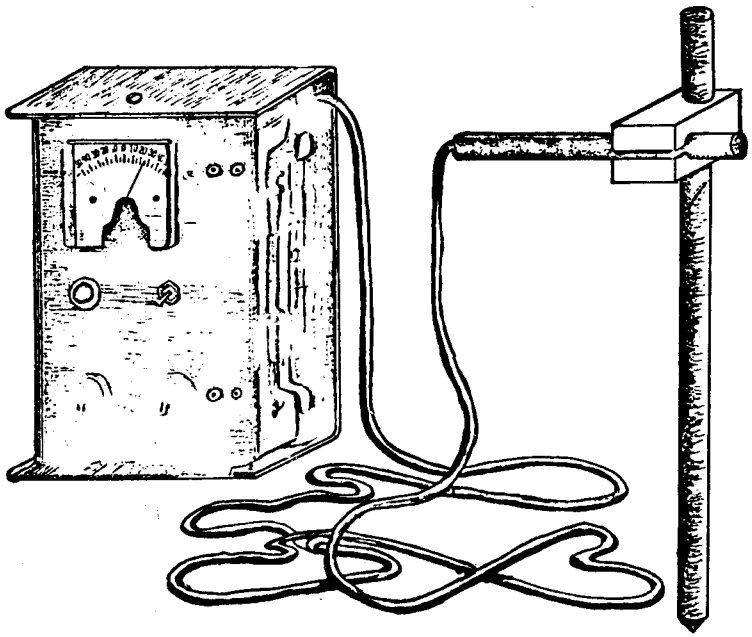
Alat-alat lainnya ialah :

B. "Magnetometer"

Jenis ini ada yang dapat dipakai pada pesawat terbang (airborn magnetometer)

C. "Fluxgate magnetometer"

Jenis ini ada yang bentuknya kecil sekali. "Mini fluxgate magnetometer" dengan kapasitasnya ± 50 gamma. Agar mudah dibawa, sebaiknya alat ini dimasukkan dalam tas dari kulit yang dapat dicantelkan pada ikat pinggang.



Gambar 2-24 *Mini fluxgate magnetometer.*

1.2.4. Cara listrik

Pada eksplorasi cara listrik, yang diukur adalah sifat-sifat kelistrikan dari batuan, misalnya sifat mudah tidaknya konduksi listrik. Konduksi listrik itu dapat berupa :

- *Konduksi metalik*

  Konduktor-konduktornya di sini adalah mineral-mineral bijih atau yang mempunyai cerat logam.

- *Konduksi elektrolitis*

  Konduksi di sini disebabkan oleh ion-ion. Karena ada pemindahan ion-ion, maka terbentuklah proses kimia. Baik tidaknya konduksi itu tergantung pada jumlah dan mobilitas ion-ion tersebut.

Perlu diketahui, bahwa :

- *Konduktor yang baik* ialah unsur-unsur logam, grafit, arsenida, sulfida kecuali sinabar dan stibnit, oksida-oksida seperti magnetik, pyrolusit dan ilmenit.
- *Konduktor sedang* ialah mineral-mineral pembentuk oksida lainnya dan antrasit.
- *Konduktor jelek* ialah mineral-mineral pembentuk batuan seperti fosfat dan silikat.

Salah satu sifat kelistrikan batuan yang diukur atau dihitung adalah tekanan jenisnya ("resistivity"-nya).

$$\varphi = \frac{r.A}{L} \text{ .ohm-cm.}$$

di mana :

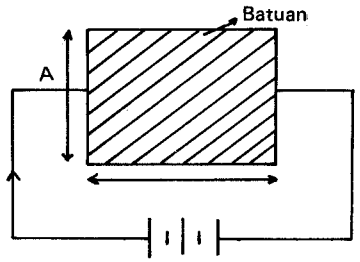
φ = Tahanan jenis, ohm-cm
r = tahanan ("resistance"), ohm
A = luas permukaan, cm^2
L = panjang, cm

Dalam dunia minyak dan gas tahanan jenis tersebut disingkat dengan R dan satuannya adalah ohm-m. 1 ohm-m = 100 ohm-cm.

Pada pengukuran tahanan jenis (resistivity) yang dapat dianalisa adalah :

- *Kedalaman.*

  Misalnya kedalaman permukaan air tanah. Juga batas antara formasi batuan dengan lapisan penutupnya.



Gambar 2-25 *Diagram tekanan jenisnya ("resistivity"-nya).*

- *Letak dari kemiringan.*
  Misalnya patahan-patahan dan batas antara batuan sedimen dengan batuan beku.
- *Penggolongan macam batuan.*
  Misalnya tanah lapuk atau segar dan juga mineral-mineral sulfida.

Eksplorasi cara listrik atau lebih dikenal dengan nama geolistrik ini dapat statis dan dinamis.

PERALATANNYA

Alat-alatnya adalah elektroda-elektroda dan ada pula elektroda non-polarisasi. Yang terakhir ini terdiri atas tabung yang berpori-pori (porous). Kegunaan dari pori-pori tersebut adalah untuk mencegah adanya polarisasi.

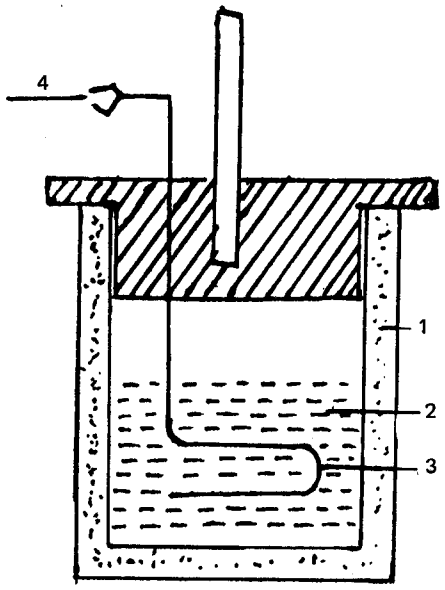
Elektroda-elektroda itu dimasukkan dalam tanah dan dihubungkan satu sama lain. Kemudian potensial yang terjadi dapat diukur. Dengan cara seperti itu dapat dicari endapan-endapan mineral misalnya sulfida-sulfida.

1.2.5. Cara radioaktif

Pada cara radioaktif ini yang diukur adalah sifat keradioaktifan dari mineral-mineral. Perlu diketahui bahwa di alam ada beberapa mineral yang radioaktif, misalnya uranium. Bahan ini bila dibiarkan saja akan mengalami desintegrasi dan berubah dengan sendirinya menjadi bahan yang lebih mantap tanpa dipanasi dan sebagainya. Selama desintegrasi itu bahan tersebut mengeluarkan sinar-sinar radio aktif yang sekarang banyak digunakan orang, misalnya untuk pengobatan (sinar Rontgen).

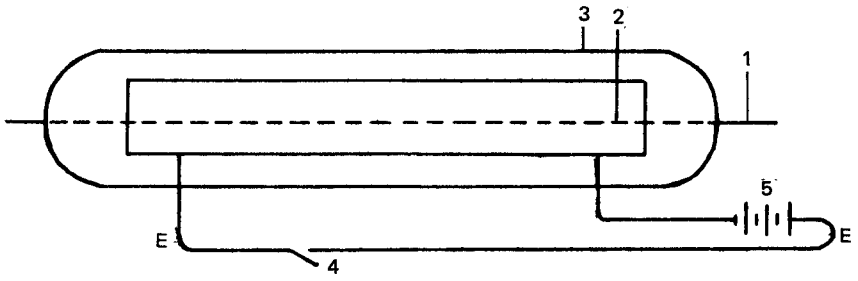
PERALATANNYA

Pada eksplorasi cara radioaktif digunakan alat-alat yang dapat



1. Tabung porous
2. Larutan $CuSO_4$
3. Kawat dari Cu
4. Jepitan (clips)

Gambar 2-26 *Elektroda non polarisasi*



1. Anode
2. Katode
3. Tabung gelas/aluminum
   isinya gas argon, halogen atau bromine.
4. Switch
5. Batery

Gambar 2-27 *"Glass walled Geiger tubes".*

menunjukkan ada tidaknya sifat-sifat radioaktif dari pada batuan. Alat yang sering digunakan adalah : "Geiger counter". Ada pula alat pengukur lainnya yang dinamakan "Scintillation counter".

"Geiger counter" terdiri atas tabung gelas yang tipis (thin walled glass) atau dari aluminium. Di dalam tabung ini terdapat tabung logam yang berfungsi sebagai katoda. Sebagai anodanya adalah kawat tipis yang terdapat di tengah-tengahnya (centre wire).

2. PERALATAN EKSPLORASI

Yang dimaksud dengan eksplorasi ialah segala cara penyelidikan geologi dan pertambangan untuk menetapkan lebih teliti/seksama tentang adanya dan sifatnya serta letak bahan galian.

Dapat dikatakan di sini bahwa eksplorasi itu merupakan tindak lanjut untuk secara lebih pasti mengetahui adanya endapan-endapan bahan galian yang ekonomis di suatu daerah. Pekerjaan eksplorasi mencakup penelitian kembali secara seksama tentang bentuk penyebaran, sifat mineral logis dan kadar dari endapan bahan galian, serta bentuk dan sifat lapisan penutup (overburden) dan batuan sekelilingnya (country rock).

Berdasarkan data tersebut di atas, selanjutnya dapat ditentukan jenis dan jumlah peralatan serta perlengkapan tambang yang akan digunakan. Misalnya peralatan untuk kegiatan-kegiatan pengembangan (development), penghancuran (loosening), pemuatan (loading), pengangkutan (hauling) dan pengolahan.

Pengambilan data yang salah akan mengakibatkan pula kesalahan dalam pemilihan peralatan yang akan digunakan. Masalah tersebut akan menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan, misalnya tidak produktip, pemborosan, cepat rusak dan sebagainya, sehingga sangat merugikan bagi tambang yang bersangkutan.

Pekerjaan eksplorasi dilakukan sebelum dan selama pekerjaan eksploitasi berlangsung. Contohnya di tambang bauksit Kijang yang dalam menentukan batas areal cadangan serta ketebalan dan kadar rata-rata, dilanjutkan kemudian dengan membuat sumur-sumur uji pada kaki bukit setelah dilakukan rintisan lapangan. Pengembalian contoh bijih (sample) dalam sumur-sumur uji tersebut dilakukan dengan cara membuat saluran pada dinding yang saling berhadapan (channel sampling).

Sumur uji itu berukuran 0,80 m x 1,20 m, sedangkan saluran (channel) tempat pengambilan contoh berukuran 0,10 m x 0,40 m, dan kedalaman saluran tersebut sama dengan kedalaman sumur uji. Letak saluran contoh pada dinding sumur uji, adalah sama baik yang lebarnya 1,20 m maupun 0,80 m, sedang syarat letaknya saling berhadapan. Pengambilan contoh tersebut yang berupa konkresi bauksit sebanyak 6 kaleng. Yang masing-masing berukuran 20 cm x 20 cm x 30 cm. Jika berat jenis (b.j) konkresi bauksit itu 1,6 maka berat contoh yang

diambil pada saluran uji adalah : 20 x 20 x 30 x 1,6 gram = 19,200 gram atau 19,2 kg.

Contoh batuan selanjutnya dimasukkan kedalam karung serta diberi label : nama tempat, nomor sumur uji, kedalaman, dan banyaknya contoh pada setiap kedalaman 2,50 m. Contoh itu lalu dibawa ke laboratorium untuk dianalisa mengenai kadar konkresi, kadar Si, kadar Fe dan lain-lainnya. Dalam laboratorium contoh dicuci dan disaring dengan 9 mesh oleh alat yang disebut "Conical Revolving Screen". Ternyata konkresi yang besar butirnya lebih kecil dari pada 2 mm lebih banyak mengandung Si.

Setelah diaduk merata agar homogen, contoh yang telah dikeringkan secara alam ini lalu susut banyaknya. Kemudian disusul lagi dengan cara "Coning and Quartering". Pada proses "Coning" contoh hasil saringan dituangkan ke plat baja yang berukuran 1 m x 1 m untuk kemudian dikumpulkan sehingga membentuk kerucut (cone) yang terus diratakan puncaknya (flattening), lalu dibagi menjadi 4 bagian yang sama (quartering).

Misalkan 4 bagian yang sama hasil quartering itu diberi tanda dengan urutan abjad A – B – C – D, di mana A dan C atau B dan D itu adalah bagian-bagian yang saling berhadapan, maka yang diambil contohnya ialah A dan C atau B dan D. Jika kedua bagian dari contoh yang diambil itu masih dirasakan terlalu banyak, maka dibagi lagi menjadi 4 bagian seperti semula.

Akhirnya contoh yang diambil ini dikirimkan ke laboratorium untuk dianalisa. Dalam catatan dituliskan pula keadaan contoh sebelum dan setelah dicuci. Dari hasil analisa laboratorium tersebut, dapat ditentukan apakah lapisan bauksit pada suatu areal dalam lingkungan daerah pengaruh sumur-sumur uji memenuhi syarat sebagai cadangan positif untuk ditambang.

Unit Tambang Bauksit di Kijang membagi cadangan itu menjadi 3 golongan, yaitu :

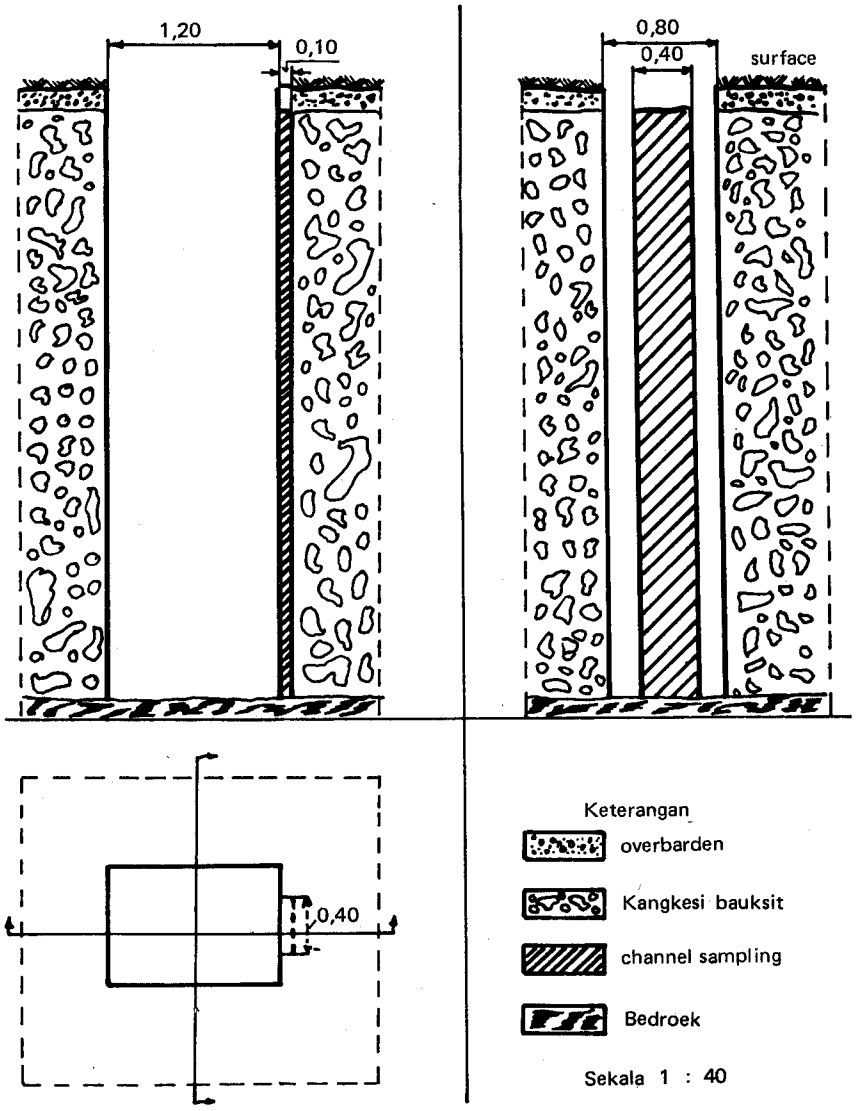
A. Cadangan A = jenis cadangan bauksit yang mengandung Al_2O_3 lebih dari 50% dan SiO_2 kurang dari 7,9%.

B. Cadangan B = jenis yang berkadar Al_2O_3 antara 50% sampai 48% dan SiO_2 lebih dari 7,9%.

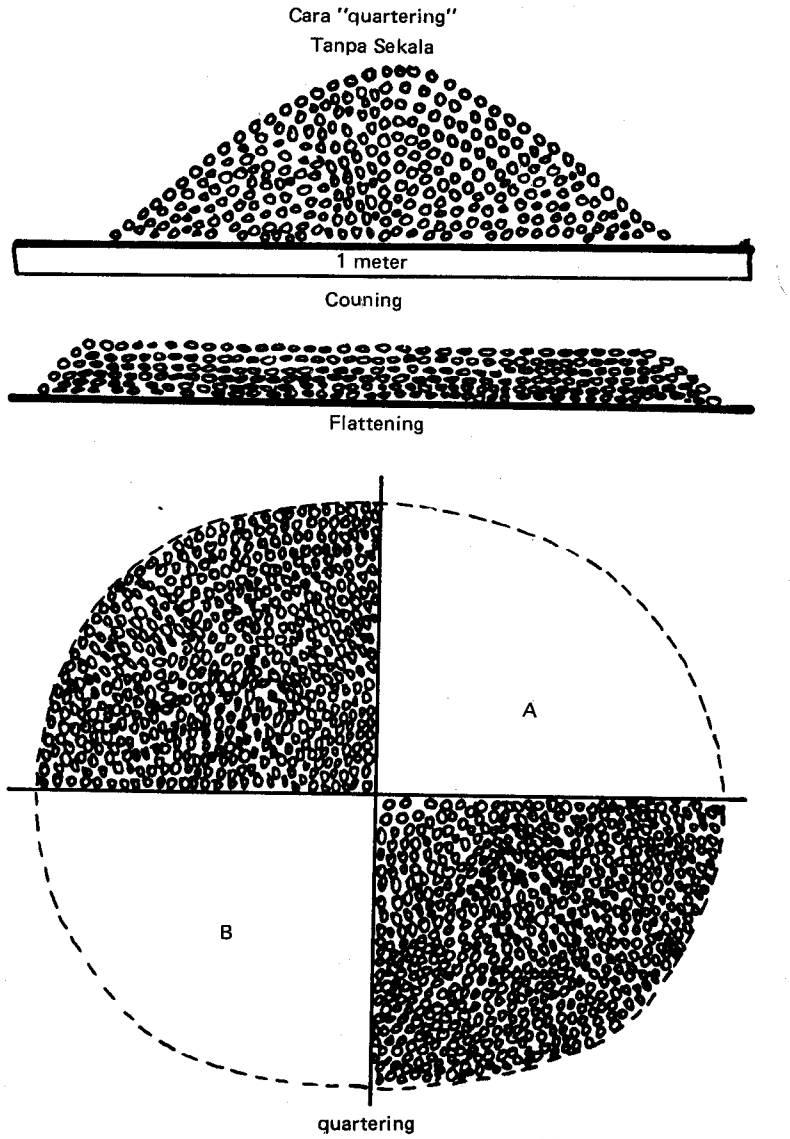
C. Cadangan C = cadangan yang berkadar Al_2O_3 dan Si_2 antara jenis A dan B.

Pengaruh tiap sumur uji (area of influence) adalah 25 m x 25 m atau seluas 625 m^2. Letak sumur-sumur uji tersebut dibuat berjarak sama dan beraturan (regular spacing sampling). Pengambilan secara beraturan ini banyak dipakai pada tempat pengambilan (stop face) di lubang-lubang tambang bawah tanah atau tambang dalam, misalnya pada "drifts" dan "crosscuts".

Selain pengambilan contoh secara beraturan seperti tersebut di atas ada juga



Gambar 2-28 *"Test-pit dan Channeling".*



Gambar 2-29 *"Quartering".*

cara pengambilan contoh yang jaraknya tidak beraturan (irregular spacing sampling).

Seperti telah diterangkan di muka, pengambilan contoh ini dilakukan baik pada waktu prospeksi maupun eksplorasi, hingga sampai hasil pengolahan. Peralatan yang digunakan kebanyakan sama dan dapat digolongkan menjadi 3 jenis sebagai berikut :

1. Peralatan untuk mengambil contoh.
2. Peralatan untuk memuat dan membawa contoh.
3. Peralatan untuk memecah dan menguji contoh.

2.1. Peralatan Untuk Mengambil Contoh

Yang dimaksud dengan peralatan tersebut ialah jenis alat-alat untuk mengambil contoh pada lapisan batuan. Tempat pengambilan contoh itu dapat berupa celah, saluran, parit, sumur uji dan lubang bor. Dibuat dengan alat-alat :

1. *Alat-alat non mekanis* seperti palu geologi, baji, linggis, dandang, sekop dan cangkul.
2. *Alat-alat mekanis* seperti mesin-mesin pemboran (bor auger, bor tumbuk dan bor inti).

Untuk alat-alat mekanis, contoh gambar dan penggunaannya dapat dilihat pada buku *TEKNIK PEMBORAN I.*

Atas dasar keadaan contoh yang akan diambil, maka alat pengambil yang digunakan harus disesuaikan. Misalnya untuk contoh yang berbutir kasar sampai dengan sedang, dipakai cangkul dan sekop. Demikian pula jenis konkresinya. Untuk jenis yang halus dipakai pengeruk dan cangkul kecil. Yang letaknya dalam lubang bor dipakai alat-alat sebagai berikut :

- *bila lubang bornya hasil dari pemboran tumbuk*, pengambilan contohnya dilakukan dengan timba (bailer).
- *bila lubang bornya hasil dari pemboran inti*, pengambilan contohnya dilakukan dengan tabung penginti (core barrel) baik yang tunggal maupun yang ganda (single & double tube core barrel).
- *bila lubang bornya hasil dari pemboran auger*, pengambilan contohnya cukup dilakukan dengan menarik auger itu dari lubang bor. Contoh batuannya sudah melekat pada pahat auger yang biasanya berbentuk spiral.
- *bila lubang bornya ditujukan untuk keperluan teknik sipil*, contohnya diambil dengan tabung S.P.T. (Standard Penetration Test) atau tabung contoh yang tipis (Thin Wall Sampler).

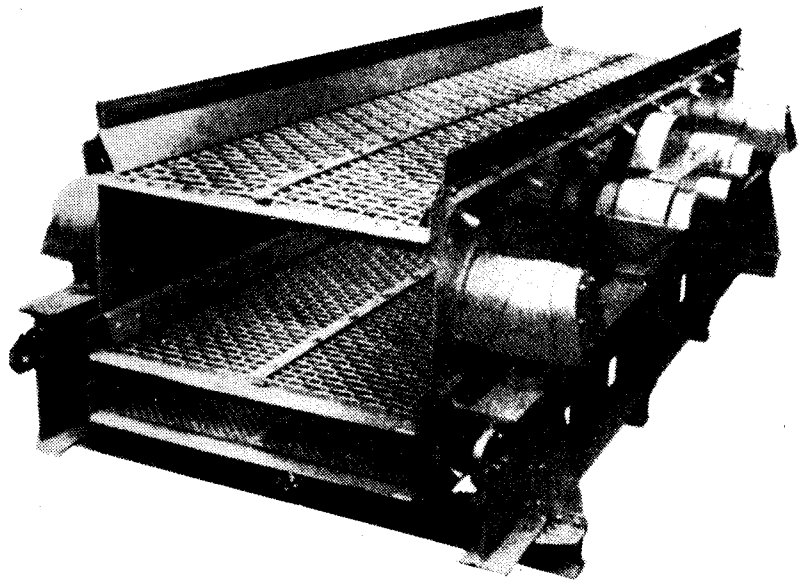
Alat terakhir ini khusus digunakan untuk mengambil contoh batuan yang tidak terganggu (Undisturbed sample).

2.2. Peralatan Pemuat dan Pembawa Contoh

Biasanya dalam hal ini digunakan cangkul dan sekop. Jika bentuk dan ukuran butir-butir contoh batuan belum merata, batuan tersebut dipecah-pecah lagi. Contoh yang cukup representatif dimuat dalam kantong-kantong, tas atau kotak/kaleng, contoh yang ukurannya telah ditentukan. Dengan demikian bentuk butir, ukuran dan beratnya contoh telah tertentu, sehingga mudah untuk membawanya.

2.3. Peralatan Pemecah dan Penguji Contoh

Contoh yang ternyata masih terlalu banyak serta berukuran relatif besar, dikurangi dan dipecah-pecah lagi. Untuk menyamakan bentuk dan ukuran contoh, dipakai saringan kawat (screen) dari ukuran 1 mesh sampai 10 mesh. Sebagai alat pemecah dan penyaring dipakai "crusher" dan ayakan misalnya "conical revolving screen" atau "vibrating screen". Contoh yang masih basah dikeringkan terlebih dahulu, dapat secara alam (dijemur) atau dengan tungku pemanas dan pengering. Untuk mengurangi banyaknya contoh yang akan dianalisa, dapat dikerjakan secara "coning", "flattering" dan "quartering".

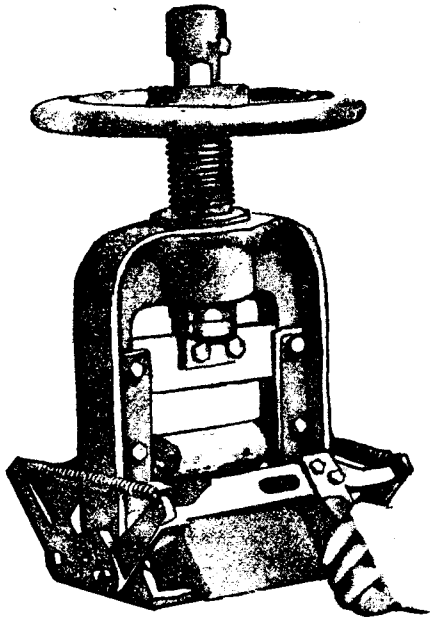


Gambar 2-30 *"Vibrating screen".*

Jl. Walikota Mustajab. 08
SURABAYA

Contoh batuan berasal dari pemboran, misalnya dari pemboran putar, memerlukan alat pemotong/pemecah khusus yang dinamakan "Churn Drill Sample Cutter". Churn Drill Sample Cutter" ini dibuat dari alat baja berbentuk kotak.

Contoh batuan berbentuk silinder serta keras memerlukan alat pemecah yang dinamakan "Core Splitter".

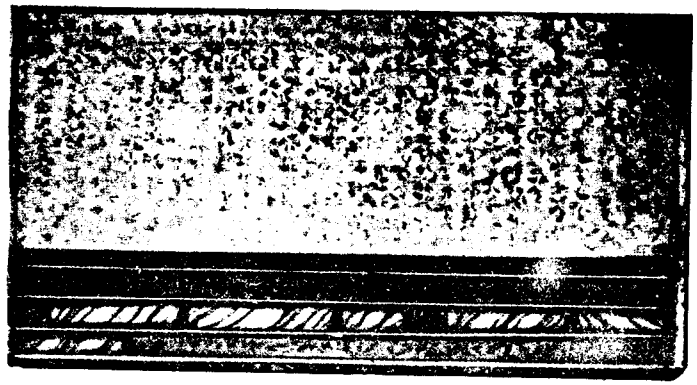


Gambar 2-31 *Pemecah inti (core splitter)*

Berdasarkan uraian di atas, maka jenis peralatan yang umum dipakai dalam pekerjaan eksplorasi adalah :

1. Peralatan untuk menentukan kualita dan kuantita bahan galian serta ketebalan lapisan penutup.
2. Peralatan untuk melakukan eksplorasi.
3. Peralatan untuk melakukan eksplorasi terhadap hasil penggalian yang diangkut ke luar dari tambang.
4. Peralatan untuk pengujian contoh dalam laboratorium.

Di samping itu juga diperlukan tempat untuk menyimpan contoh-contoh tersebut.



Gambar 2-32 *Kotak inti*

Jadi pekerjaan eksplorasi dapat berlangsung pada :

1. Penentuan secara positip sesuatu cadangan, misalnya kadar, tebal cadangan, luas penyebaran dan tebal lapisan penutup. Peralatan yang digunakan disesuaikan dengan methoda eksplorasi.
2. Pembuatan lubang buka pertama (open pit), tunnel/adit atau shaft yang juga diikuti dengan pekerjaan eksplorasi agar tepat letaknya. Peralatan yang dipakai disesuaikan dengan methodanya.
3. Batu-batu bongkaran yang dikeluarkan dari lubang tambang juga diteliti secara urut, misalnya pada tumpukan (stockpiling), pada angkutan (lori, conveyor, truck, lori gantung, kapal). Inipun menggunakan peralatan-peralatan sesuai dengan methodanya yang diterapkan.
4. Waktu pengolahan bahan galian (ore dressing) yang meliputi pemecahan dan penyucian serta saringan, yang juga memerlukan contoh yang diambil dengan menggunakan peralatan.
5. Penelitian dan pengujian contoh secara analisa dalam laboratorium menggunakan peralatan khusus serta bahan-bahan kimia.

Jadi pekerjaan eksplorasi yang dilaksanakan sebelum dan sesudah penambangan menghasilkan produksi secara terus menerus dan teratur dengan memakai bermacam-macam peralatan.

3 Peralatan Pemboran

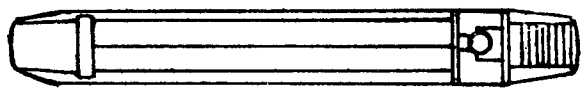
Yang dimaksud dengan peralatan pemboran di sini ialah semua peralatan bor yang cocok untuk digunakan dalam bidang geologi dan pertambangan. Di sini ditekankan penggunaannya untuk bidang geologi dan pertambangan karena di bidang lain pun diperlukan pula adanya kegiatan pemboran, misalnya dalam :

- *Bidang Agraria.*

  Pemboran di sini gunanya untuk menyelidiki lapisan tanah (soil) apakah cocok atau tidak untuk agraria. Di Indonesia pemboran semacam ini sebaiknya dilakukan untuk pembukaan daerah-daerah baru misalnya untuk transmigrasi. Biasanya pemboran di sini disertai pula dengan pemboran air tanah. Dengan adanya pemboran penyelidikan tanah itu, maka pemukiman baru diharapkan tidak akan mengecewakan para transmigran.

- *Bidang Teknik Sipil.*

  Dalam bidang ini tujuan dari pada pemboran ialah untuk menyelidiki kekerasan tanah. Dengan mengetahui kekerasan tanah, yang dihitung dengan mekanika tanah, akan dapat diketahui sampai kedalaman berapa fondasi bangunan-bangunan besar seperti hotel-hotel bertingkat, pabrik-pabrik, jembatan-jembatan dan waduk-waduk itu harus digali. Dalam pemboran ini biasanya alat pemborannya sama dengan yang digunakan untuk geologi dan pertambangan. Perbedaannya hanya terletak pada pahat. Karena pahat di sini bentuknya seperti tabung yang dapat dibelah dan tiap belahan menyerupai sendok, yang



Gambar 3-33a *"Split spoon sampler"*

oleh karena itu dinamakan "Split spoon sampler '.

Pemborannya sendiri dinamakan pemboran S.P.T. yang artinya "Standard penetration test".

Hasil kerja dari pemboran berupa lubang bor. Tergantung pada kebutuhan dan tujuan pemboran, maka setelah pekerjaan pemboran lubang bor itu ada yang ditutup, atau dibiarkan saja, atau dirawat/dipelihara untuk tujuan yang dikehendaki di kemudian hari. Untuk bidang geologi dan pertambangan kegunaan dari pemboran adalah untuk :

1. *Prospeksi dan Eksplorasi.*

   Dari hasil pemboran dapat diketahui bahan galian apa yang terdapat di bawah muka tanah. Demikian pula dari beberapa titik pemboran dapat diketahui jurus dan kemiringan lapisan batuan di bawah muka tanah tersebut. Besarnya cadangan pun dapat dihitung pula. Dari contoh batuan yang diperoleh pemboran, yang berupa lumpur (sludge) dan inti (core), dapat pula diketahui mutu bahan galiannya setelah terlebih dahulu dianalisa di laboratorium. Jadi tegasnya, dari pemboran dapat diketahui kualita dan kuantita bahan galian yang ada di bawah muka tanah.

2. *Peledakan.*

   Lubang bor yang terjadi kemudian diledakkan, seperti contohnya dalam eksplorasi geofisika secara seismik. Di sini alat pembor nya kebanyakan sudah dijadikan satu dengan kendaraan (truck mounted). Untuk membuat terowongan dapat pula dilakukan dengan pemboran dan kemudian diledakkan. Alat pembornya di sini berupa bor batu (rock-drill). Alat ini digerakkan oleh udara tekanan tinggi atau air. Salah satu jenis dari alat ini ialah "jack-hammer".

3. *Persiapan dan Pengembangan (Development).*

   Misalnya dilakukan pada pembuatan sumuran (shaft sinking).

4 *Eksploitasi*

   Misalnya dilakukan pada pemboran untuk minyak bumi dan gas alam.

Berdasarkan proses pemborannya, maka alat pemboran itu dibagi lagi menjadi :

1. BOR TUMBUK

Sesuai dengan namanya, maka lubang bor yang terjadi adalah hasil dari pada tumbukan pahat. Dengan sendirinya pahat itu harus berat dan dibuat dari baja yang kuat. Faktor-faktor yang menentukan cepat tidaknya pemboran tumbuk ini tergantung dari pada :

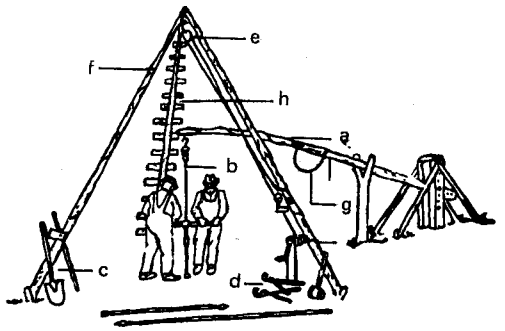
- beratnya pahat
- jarak tumbukan
- frekwensi tumbukan.

Alat pemboran ini dibagi menjadi :

1.1. Bor Tumbuk Non Mekanik

Alat ini adalah jenis tertua dan mula-mula digunakan oleh bangsa Cina yang hidup di daerah pedalaman yang pada waktu itu ditujukan untuk memperoleh air garam. Jenis alat bornya dinamakan "Spring-Pole-Drill". Kebanyakan alat-alatnya dibuat dari kayu.

Prinsip kerja dari pemboran itu kira-kira sekarang hampir sama dengan sumur rakyat dengan bendul. Karena kurang praktis, alat pemboran itu sekarang jarang atau boleh dikatakan tidak pernah dipakai lagi.



a = tiang (spring pole)
b = tali yang dihubungkan dengan pahat
c = alat pembantu (sekop, linggis dan sebagainya).
d = kunci-kunci
e = kerekan
f = tiang menara
g = tali manila
h = tiang menara yang berfungsi sebagai tangga.

Gambar 3-33 *Pemboran "Spring Pole"*

1.2. Bor Tumbuk Mekanik

Pemboran tumbuk mekanik ini pertama kali dikerjakan oleh Drake pada tahun 1859 di daerah Pennsylvania Amerika Serikat. Tenaga penggeraknya adalah mesin uap. Kebanyakan alat bor tumbuk mekanik yang dipakai sekarang

menggunakan mesin disel dan listrik. Meskipun sudah digerakkan dengan tenaga mesin, alat pemboran ini masih banyak mengalami kerugian bila dibanding dengan bor putar.

Kerugian-kerugian itu meliputi :

- Waktunya lama.
  Ini disebabkan antara lain karena pengambilan serbuk pemborannya tidak dapat terus menerus seperti pada pemboran putar. Caranya pengambilan serbuk tersebut dengan ditimba (bailer).
- Hanya cocok untuk batuan lunak saja. Bila menjumpai batuan yang keras, maka bor tersebut sukar untuk menembusnya.
- Kedalaman yang dapat dicapai terbatas, tidak seperti pada pemboran putar.
- Tidak dapat membor miring.

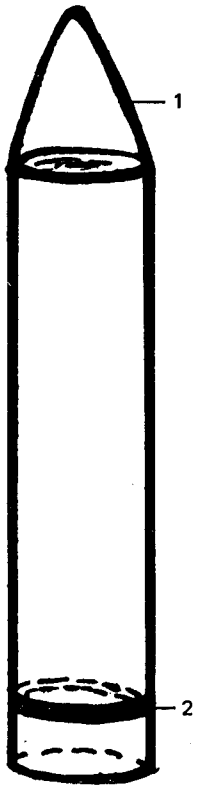
Keuntungannya adalah :

- Biayanya murah, bila dibanding dengan pemboran putar.
- Tidak mutlak perlu adanya sumber air, karena tidak menggunakan pompa air untuk "flushing".

Jenis pahat yang digunakan dalam pemboran tumbuk, baik mekanis maupun bukan, bermacam-macam. Untuk batuan lunak sampai dengan yang keras sudah tersedia pahat-pahat tertentu. Cara pengambilan hasil pemboran yang berupa serbuk pemboran (cutting) ialah dengan ditimba. Bila serbuk pemborannya masih kering, maka serbuk itu harus dijadikan lumpur terlebih dahulu. Caranya ialah dengan memasukkan air ke dalam lubang bor, kemudian diaduk-aduk dengan timba tersebut. Setelah kira-kira serbuk itu menjadi lumpur semuanya, barulah ditimba. Sewaktu hasil pemboran itu diangkat ke atas, maka lumpur tersebut tidak akan jatuh karena pada ujung bawah dari timba yang berupa tabung itu ada katupnya.

Alat bor tumbuk mekanik yang terkenal ialah "cable tool drill". Nama ini mungkin diambil dari tali terbuat dari kabel yang dipakai untuk menumbuk dan mengangkat hasil pemborannya. Dewasa ini, pada beberapa mesin pemboran frekwensi penumbukannya dapat diatur. Dengan demikian operator hanya tinggal mengawasi saja. Cara ini jarang dilaksanakan, karena umumnya jarak tumbukannya kecil sehingga bila menjumpai batuan yang agak keras saja sudah sukar untuk maju. Lain halnya bila operatornya aktif menangani sendiri. Jarak tumbukannya dapat tinggi, sehingga tumbukannya lebih keras.

Di Indonesia pemboran tumbuk dengan alat-alat mekanik sekarang masih banyak dilakukan, yang kebanyakan ditujukan untuk mencari air tanah. Sebagai



1. Bagian untuk dikait
2. Ulir untuk melepaskan ujung timba, juga dapat untuk tempat katup.

Gambar 3-34 *Timba (bailer).*

contoh adalah pemboran air tanah yang dilakukan di daerah Wonosari (Gunung Kidul).

PERALATAN DARI BOR TUMBUK MEKANIK

1.2.1. Tenaga penggerak

Biasanya tenaga penggerak tersebut berupa mesin dan listrik. Pada mesin penggerak itu ada klos-klos (spindle) untuk tempat kabel. Dengan perantaraan handel-handel (satu untuk menggulung dan mengulur dan lainnya untuk mengerem) kabel dapat diatur. Bila diinginkan menumbuk, kabel itu mula-mula digulung. Pahat dengan sendirinya akan terangkat. Setelah cukup tinggi, handel rem dilepaskan. Dengan demikian pahat akan menumbuk batuan di bawahnya.

1.2.2. Menara

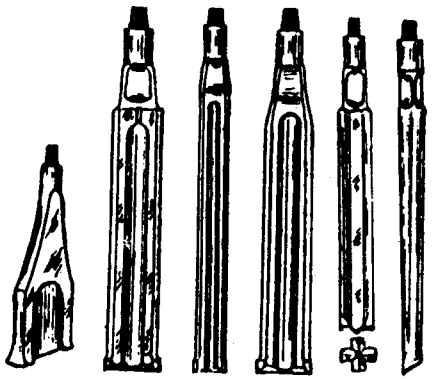
Kebanyakan menara bor tumbuk terdiri atas satu tiang yang sudah menjadi satu dengan kendaraannya (build in). Karena itu menara tersebut dinamakan menara "single pole". Untuk mendirikan dan merobohkannya, cukup dilayani dengan handel saja. Pada waktu pemboran sebaiknya "swivel" dan meja putar dikesampingkan agar tidak terkena tumbukan.

1.2.3. Kabel

Kabel ini dibuat dari baja dan digulung pada klos-klos mesin penggerak. Dengan melalui kerekan, kabel itu selanjutnya dihubungkan dengan pahat. Panjang kabel itu 25 mm atau 50 m, dan seterusnya menurut kebutuhan.

1.2.4. Pahat

Pahat bor tumbuk dibuat dari baja pula. Macam-macam pahat untuk bor tumbuk dapat dilihat pada gambar 3-35.



Gambar 3-35 *Macam-macam pahat bor tumbuk.*

1.2.5. Pipa pelindung (casing)

Kegunaan pipa pelindung di sini untuk menjaga agar lubang bor yang telah jadi tidak kembali runtuh. Bila sukar cara memasukkan pipa tersebut, dilakukan dengan tumbukan pula.

1.2.6. Timba (bailer)

Bor tumbuk dinamakan pula bor kering, artinya tidak menggunakan

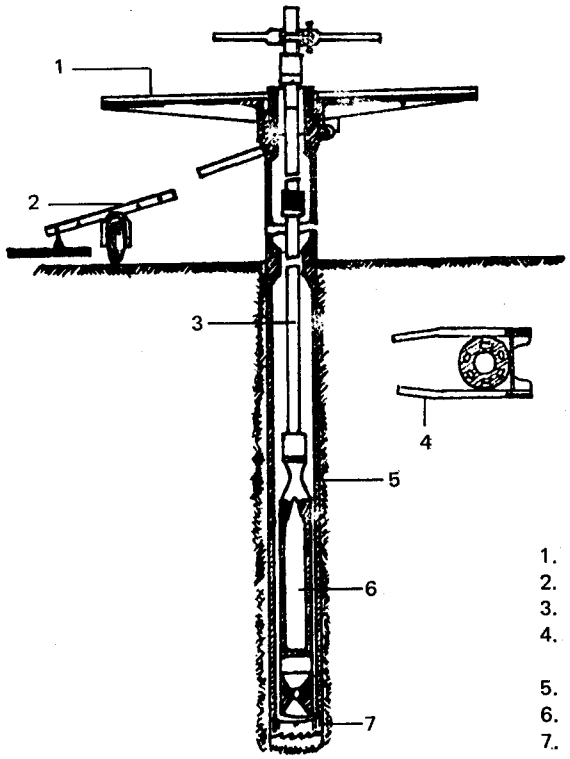
cairan untuk pembilasan (flushing). Berarti pompa air yang biasanya sudah ada pada kendaraan bor tidak berfungsi lagi. Karena bor tumbuk tidak menggunakan pompa air, maka dalam transpotnya lebih ringan daripada bor putar.

2. BOR PUTAR

Seperti pada bor tumbuk, maka berdasarkan tenaga penggeraknya bor putar ini dapat dibagi menjadi 2 bagian :

2.1. Bor Putar Non-Mekanik

Di sini tenaga penggerak untuk memutar/memajukan pemboran adalah manusia atau hewan. Di Indonesia pemboran semacam itu masih banyak dilakukan. Banyak pemborong-pemborong swasta yang melayani pembuatan sumur air, bahkan sumur artetis, dengan bor putar non-mekanik. Mengingat tenaga peng-



1. Geladak
2. Ayunan
3. Tangkai bor
4. Cara memasang geladak dan ayunan ke kapala
5. Pipa pelindung
6. Pahat
7. Sepatu pipa pelindung

Gambar 3-36 *Bor Bangka.*

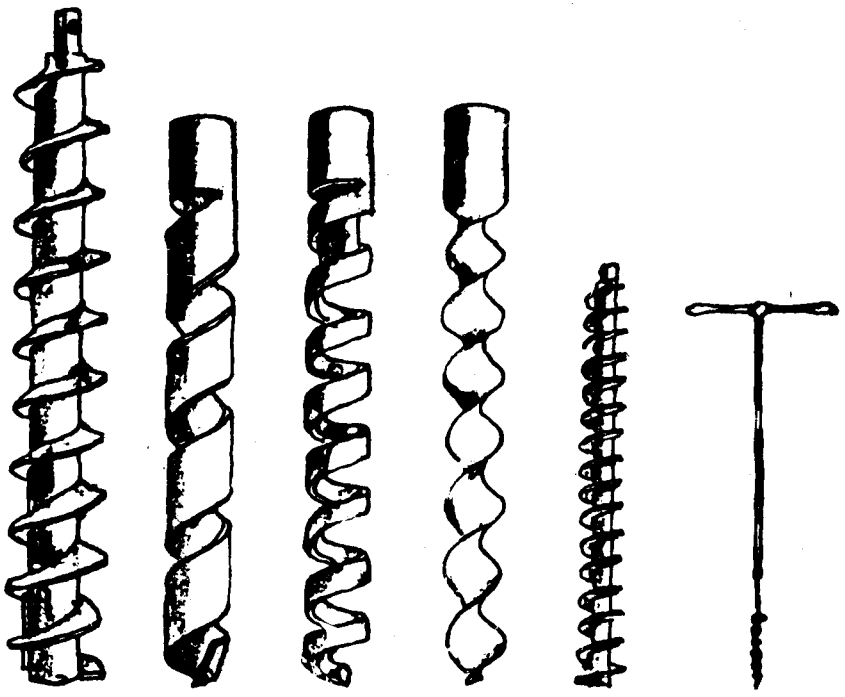
geraknya, maka kedalaman yang dapat dicapai pemboran ini adalah, terbatas apalagi kalau batuannya keras. Untuk daerah yang batuannya lunak, seperti sepanjang pantai-pantai Jawa Tengah bagian Utara misalnya antara Pekalongan dan Semarang, kedalaman sumur yang telah dicapai dengan pemboran semacam itu adalah ± 120 m.

Perusahaan-perusahaan pertambangan ada pula yang masih menggunakan alat tersebut untuk kepentingan eksplorasi. Contohnya seperti digunakan terhadap pasir besi di Cilacap, Mangan di Karangnunggal Tasikmalaya, dan Timah di Bangka. Khusus untuk eksplorasi Timah di Bangka dan Belitung alat pemborannya dinamakan bor Bangka (Gambar 3-36).

PERALATAN BOR PUTAR NON-MEKANIK

2.1.1. Pipa Bor

Pipa bor ada pula yang menamakan sebagai stang bor. Panjangnya antara 3 – 5 m dan dapat disambung satu dengan lainnya. Umumnya batang bor



Gambar 3-37 ***Macam-macam auger spiral.***

tersebut berlubang dengan diameternya kira-kira 2 inci. Pada bagian atas dari pipa bor dapat dipasang/diklem stang pemutar pipa bor (rod turner) sedangkan pada bagian bawah dihubungkan dengan pahat.

2.12. Pahat

Untuk pahat itu bersifat auger, khususnya auger spiral. Macam-macam auger adalah sebagai berikut (lihat Gambar 3-37).

Untuk memperoleh contoh batuan, bor itu dicabut yang sebaiknya dilakukan tanpa putaran.

Hasil putaran akan menempel pada bagian spiral tersebut. Karena untuk mencabut pahat itu kadang-kadang berat, disebabkan banyaknya pipa bila lobang bor sudah dalam dan juga tekanan dari dinding lubang bor, maka pencabutan perlu dibantu dengan katrol. Untuk itu diperlukan adanya menara yang biasanya cukup dibuat dari kayu saja. Cara mengambil contoh batuan demikian memakan waktu yang lama.

2.1.3. Pipa pelindung (casing).

Pipa ini gunanya untuk mencegah agar lubang bor yang telah jadi tidak gugur. Masuknya pipa pelindung ke dalam lubang bor tersebut dibantu dengan putaran pula. Agar bagian bawah dari pipa pelindung itu tidak rusak bila mengenai batuan yang agak keras, maka dipasanglah sepatu pipa pelindung (casing shoe). Sepatu ini berupa tabung pendek dan bergerigi. Bagian ini umumnya terbuat dari baja yang bermutu baik, yang sekarang kebanyakan dibuat dari T.C = "Tungsten Carbide Steel".

Pipa-pipa pelindung itu satu dengan lainnya dapat disambung dengan uliran (draad). Setiap pipa pelindung mempunyai 2 ulir, yaitu pada ujung yang satu berupa ulir luar dan ujung yang lain berupa ulir dalam. Kebanyakan pipa pelindung memiliki arah ulirnya searah jarum jam.

Ada pula jenis bor putar semi-mekanik. Gerak tekanan alat ini secara hidraulik, sedangkan gerakan lainnya memutar dengan tenaga manusia. Kedua gerakan itu dilakukan bersama-sama. Gerakan hidrauliknya dengan menginjak-injak pada alat hidraulik yang sudah tersedia sedangkan gerakan lainnya berupa putaran dengan tangan. Hal ini dikerjakan bila dijumpai batuan yang agak keras. Jenis alat ini dinamakan "Porta-Sampler" dengan spesifikasinya sebagai berikut :

- Tripot yang sudah disatukan dengan alat bornya.
- Kedalaman yang dapat dicapai adalah ± 20 M.
- Jenis pahatnya berupa spiral auger.
- Panjang pipa bor antara 1,5 m – 3 m.

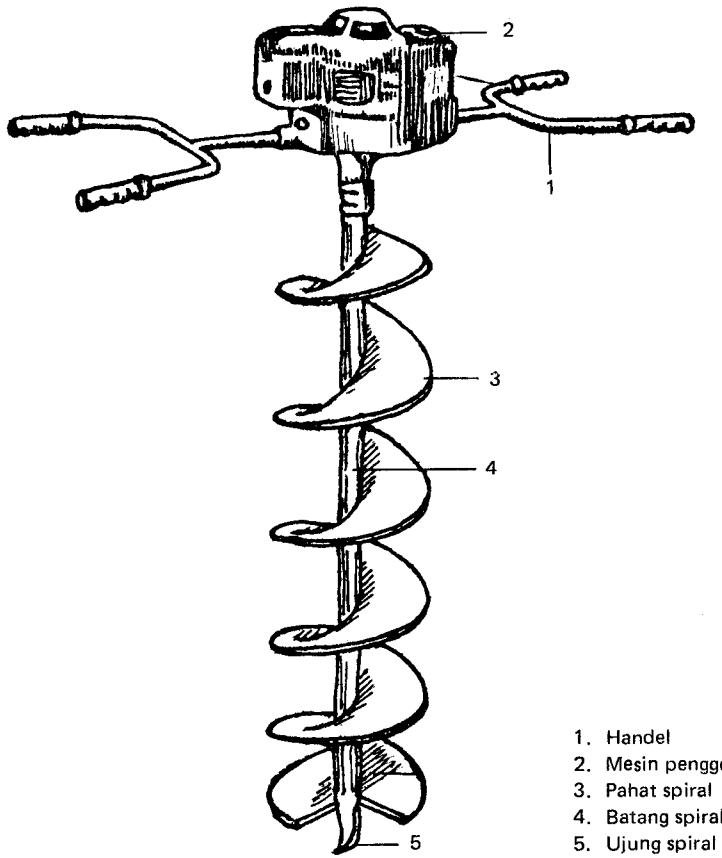
Alat ini sangat cocok untuk daerah-daerah yang batuannya lunak. Karena ringan, maka alat ini mudah dibawa oleh cukup 2 orang saja. Cara mencabutnya alat itu

dengan hidraulik pula, tetapi bila sukar dapat dibantu dengan putaran.

2.2. Bor Putar Mekanik

Sekarang kebanyakan pemboran dikerjakan dengan alat jenis ini. Pemborannya dapat bersifat basah atau kering. Tetapi pada umumnya orang beranggapan, bahwa pemboran dengan alat tersebut selalu bor basah, artinya selalu diperlukan adanya air/cairan pemboran guna mengangkat serbuk pemborannya. Padahal pemboran putar itu bila dilakukan dengan pahat auger yang tidak ada lubang pembilasnya, tidak perlu memakai air/cairan. Salah satu dari alat pemboran ini yang bersifat kering, adalah "Auger Power Head".

Spesifikasi alat tersebut adalah :



1. Handel
2. Mesin penggerak
3. Pahat spiral
4. Batang spiral
5. Ujung spiral

Gambar 3-38 "Auger Power Head".

- Mesinnya berkekuatan 9 H.P.
- Berat mesinnya 25 kg.

Yang terkenal ialah jenis "Auger Power Head" type DR - 4550. Pahat augernya dapat diganti dengan jenis-jenis auger lainnya tetapi bila tidak cocok, maka harus dibuatkan "coupling" terlebih dahulu agar dapat dihubungkan.

Salah satu jenis bor putar mekanik yang banyak dipakai pada prospeksi bahan galian di Indonesia adalah Bore Inti (core drill). Bor Inti yang sering digunakan di Indonesia adalah dari merk-merk: Long Year, Acker, Tone, Atlas Copco.

Sesuai dengan namanya, maka tujuan utama dari pada pemboran ini adalah menangkap inti (core). Inti itu berupa contoh batuan berbentuk silindris yang dapat ditangkap dalam pemboran tersebut.

PERALATANNYA (Contoh-contohnya dari Atlas Copco).

2.2.1. Mesin bor

Pada mesin bor ini terdapat handel-handel yang dipakai untuk operasi pemboran. Jenis-jenisnya adalah : D 75, D 200, D 500, D 1000, D 1500.

Jenis D 75.

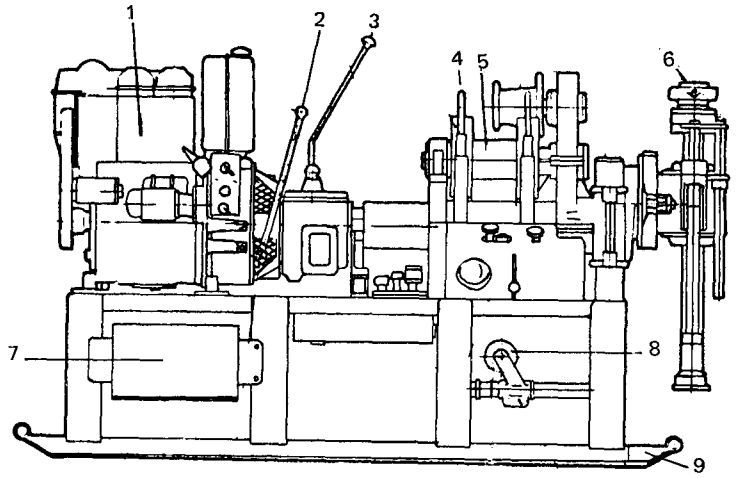
Karena ringan maka alat ini cocok untuk pekerjaan prospeksi, terutama untuk daerah-daerah yang sukar dicapai dengan kendaraan-kendaraan. Alat ini dapat dipisah-pisahkan (dipreteli) menjadi 4 bagian.

Spesifikasi jenis-jenis lainnya adalah :

TABEL I Jenis spesifikasi mesin bor "Atlas Copco".

	D200	D500	D750	D1000	D1500	D2000
ϕ pipa bor (mm)	33	42	50	42	50	63
Kedalaman (m)	200	550	750	800	1200	–
Kekuatan mesin						
(hp) : listrik	15	20	25	30	50	75
diesel	–	34	34	45	68	93
Dimensi						
– panjang (m)	1,65	2,35	2,35	2,60	3,30	3,80
– lebar (m)	1,10	0,90	0,90	1,10	1,23	1,30
– tinggi (m)	1,80	1,25	1,25	1,95	2,25	2,20
Berat (kg)	500	905	970	1590	2470	5130

Di bawah ini adalah gambar dari bor inti jenis D500.



1. Mesin penggerak.
2. Handel kopling
3. Handle versnelling
4. Handel untuk menggulung kabel
5. Klos kabel
6. Kelly/Drill head.
7. Tempat accu
8. Klos kabel penggulung bawah (untuk transport, mendirikan menara dan sebagainya).
9. Sepatu mesin bor.

Gambar 3-39 *Bor mesin D500.*

2.2.2. Menara (Derrick)

Menara ini digunakan untuk tempat menggantungkan rangkaian pipa bor yang akan dimasukkan atau dikeluarkan dari lubang bor. Umumnya menara ini berkaki tiga (tripod). Untuk mendirikan (rigging up) dan merebahkan (rigging down) menara tersebut, ada caranya tersendiri (lihat pelajaran Teknik Pemboran). Beban yang dapat ditahan oleh menara itu adalah sebagai berikut :

TABEL II **Jenis menara dan beban maksimum alat bor "Atlas Copco".**

Jenis alat bor	Beban maks	Jenis menara
D500 & D750	6.000	BT. 8/6
D1000	10.500	BT 9/10
D1500	10.500	BT. 12/10

2.2.3. Kerekan (Derrick Block)

Alat ini terdiri atas satu keping (one sheave). Kerekan jenis WLDB I/06 digunakan langsung untuk tempat kabel pemboran. Beban maksimum untuk jenis tersebut 6.000 kg, untuk kabel dengan diameter 6 mm dan diameter kerekannya sendiri 125 mm.

2.2.4. "Traveling Block".

Alat ini gunanya untuk menahan beban-beban berat. Susunan hubungannya adalah suatu kabel yang melalui kerekan tidak langsung ke rangkaian pipa bor, tetapi ke "traveling block" terlebih dahulu. Block ini juga merupakan kerekan untuk tempat kabel yang langsung ke rangkaian pipa bor. Beban yang dapat ditahan :

TABEL III **Beban yang dapat ditahan oleh "Travelling Block"**

Jenis	Beban maks. (kg)	ϕ kabel (mm)	ϕ block (mm)
TB 1/20	12.000	22	350
TB 1/200	20.000	22	450

2.2.5. Kait (hook)

Pada kait ini umumnya ada alat pengamannya, artinya bila alat tersebut sudah mengkait maka beban tersebut tidak akan lepas lagi. Swivel gunanya agar kait itu tidak turut berputar. Alat yang ada swivelnya itu dinamakan "Safety Hook With Swivel" (SHS). SHS ini selanjutnya dihubungkan dengan swivel air (water swivel) atau swivel pengangkat (hoisting swivel).

2.2.6. Alat pengangkat (hoisting tool)

Biasanya alat ini diberi swivel pula dan selanjutnya dinamakan alat pengangkat berswivel (hoisting swivel = Hs).

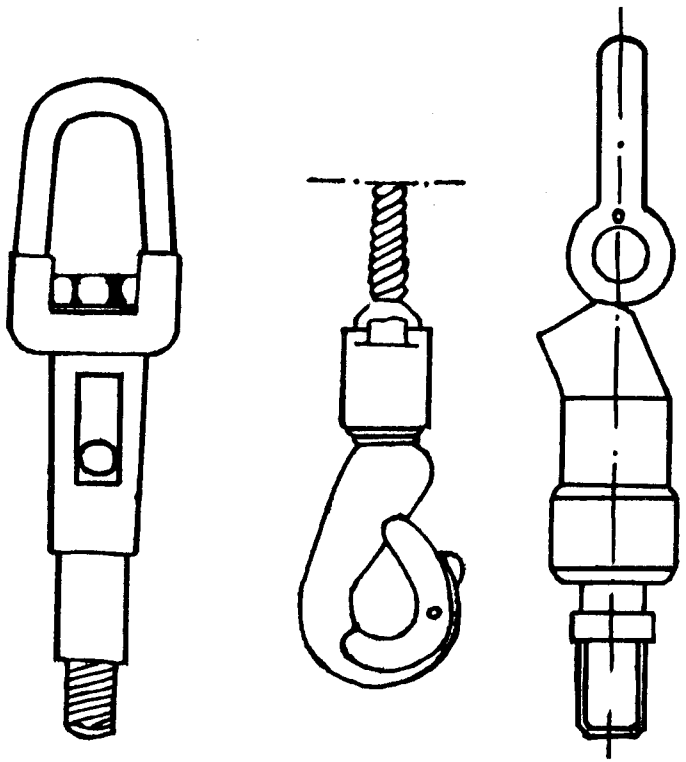
Guna HS ini untuk memasukkan atau mengangkat rangkaian pipa bor ke/dari lubang bor. Untuk mempercepat waktu, sebaiknya disediakan 2 buah HS. Beban yang dapat ditahan :

TABEL IV **Beban yang dapat ditahan oleh "Hoisting Swivel"**

Jenis	ϕ pipa bor (mm)	Beban maks. (kg)
HS 33/20	30	2.000
HS 42/40	42	4.000
HS 50/80	50	8.000
HS 60/300	60	30.000

2.2.7. Swivel air (water swivel).

Alat ini mempunyai dua lubang. Lubang yang satu dihubungkan dengan ujung pipa bor dan yang lain dengan pipa/selang dari pompa air. Karena ada swivelnya maka slang dari pompa air itu tidak turut berputar pada waktu pemboran. Pada bagian atas dari alat ini ada bagian yang dapat dikait oleh SHS.



Gambar 3-40 SHS, HS dan swivel air.

2.2.8. Pipa bor (drill pipe)

Adapula yang menamakan alat ini stang/batang bor. Panjangnya berkisar antara 1,5 m dan 3 m. Hubungan antara pipa satu dengan lainnya dengan cara "coupling" atau "napple". "Coupling itu pada kedua ujungnya mempunyai ulir luar. Ulir-ulir ini masuk dalam pipa bor yang pada kedua ujungnya mempunyai ulir dalam. Dengan demikian bila 2 pipa bor sudah dihubungkan, maka tidak ada yang menonjol pada sambungannya. Ini disebabkan karena diameter luar pipa bor dan diameter lubang "Coupling" ukurannya sama. Umumnya uliran itu ke kanan.

2.2.9. Tabung penginti (core barrel)

Tabung ini gunanya untuk menangkap inti (core). Alat ini letaknya pada ujung bawah dari pipa bor. Hubungannya dengan pipa bor tersebut dengan uliran pula. Jenis-jenis tabung penginti :

1) *Tabung penginti tunggal (single tube core barrel)*

Tabung ini cocok untuk batuan-batuan lunak seperti lempung. Untuk batuan yang lepas tabung ini sangat tidak cocok, karena banyak kemungkinan intinya tererosi oleh air pembilas. Tabung ini sekarang jarang digunakan.

2) *Tabung penginti berganda (double tube core barrel).*

Alat ini terdiri atas 2 tabung, ialah tabung dalam dan tabung luarnya ialah dengan perantara (medium) berupa sebuah alat yang dinamakan kepala tabung penginti (core barrel head).

Tabung dalamnya ada yang dapat berputar atau tidak. Karena itu tabung penginti berganda tersebut jenisnya ada dua :

- Jenis berputar (swivel type).
- Jenis kaku (rigid type).

Jalannya air/cairan pembilas dalam tabung tersebut adalah sebagai berikut. Dari pipa bor cairan pembilas masuk tabung penginti melalui kepala tabung penginti dengan lewat lubang-lubangnya yang ada pada kepala tabung tersebut. Pada jenis yang dapat berputar, cairan dan tabung pengintinya berputar pula. Setelah itu cairan tidak langsung mengenai intinya, tetapi lewat mengelilingi inti, yaitu ruangan antara tabung dalam dan tabung luar. Ruangan ini dinamakan "anulus". Pada tabung penginti tunggal cairan pembilas lewat antara inti dan tabung pengintinya. Jadi karena langsung berhubungan dengan cairan pembilas, maka inti pada tabung tunggal itu mudah tererosi dan lepas.

Pada bagian bawah dari tabung berganda itu ada alat pengangkat inti (core lifter) dan "core case".

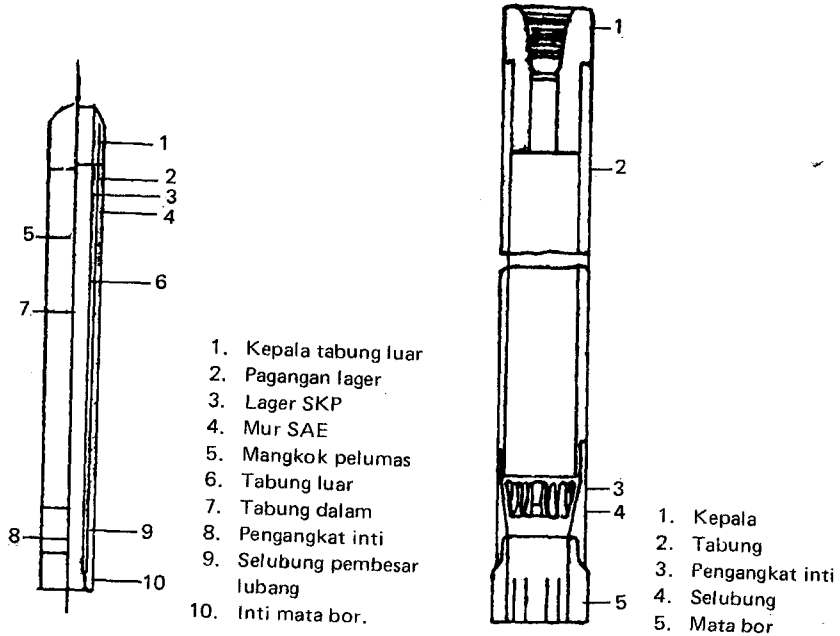
3) *Tabung penginti rangkap tiga (triple tube core barrel).*

Alat ini sekarang banyak digunakan dengan maksud agar inti yang ditangkap (core recovery) dapat mendekati 100%.

2.2.10. "Reaming shell"

Alat ini berupa tabung yang letaknya antara tabung penginti dan pahat. Pada bagian luar dari tabung tersebut dipasang secara melingkar baja "tungsten" atau butiran intan. Mungkin karena susunan baja TC/intan itu teratur seperti kamar-kamar, maka dinamakan kemudian "reaming shell". Guna "reaming shell" ialah :

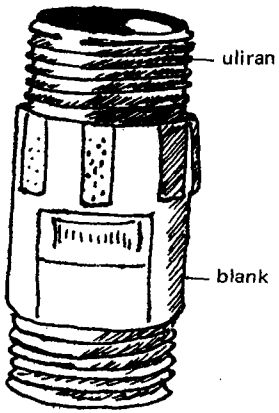
- memperhalus lubang bor
- memperbesar lubang bor.



1. Kepala tabung luar
2. Pagangan lager
3. Lager SKP
4. Mur SAE
5. Mangkok pelumas
6. Tabung luar
7. Tabung dalam
8. Pengangkat inti
9. Selubung pembesar lubang
10. Inti mata bor.

1. Kepala
2. Tabung
3. Pengangkat inti
4. Selubung
5. Mata bor

Gambar 3-41 *Tabung penginti Tunggal.*



Gambar 3-42 *"Reaming shell".*

2.2.11. Pahat

Pahat letaknya tidak langsung di bawah pipa bor, tetapi di bawah "reaming shell". Pahat yang digunakan pada pemboran inti, yang dinamakan pahat penginti (coring bit), tidak sama dengan pahat bukan penginti (non-coring bit). Pahat terakhir ini sering digunakan pada pemboran air, di mana yang dituju hanya kedalaman lapisan air saja.
Pahat penginti terdiri atas 3 bagian :

- Tabung (blank)
- Matrix (massa dasar). Pada matrix inilah dipasang baja TC atau butiran intan
- Baja TC atau butiran intan.

Pahat baja TC bentuknya bergerigi (saw type). Untuk satu pahat banyaknya baja TC 5, 6 atau 8 buah. Pahat ini cocok untuk batuan lunak sampai kekerasan sedang.

Intan yang digunakan pada pahat penginti bukan intan asli dari alam tetapi buatan pabrik. Intan terakhir ini harganya lebih murah. Intan-intan tersebut, yang berupa butiran dan serbuk, hanya dipasang pada permukaan matrik saja (surface set bit) atau sampai dalamnya matrix (impregnated bit). Bila yang dipasang serbuk intan, umumnya menjadi "impregnated bit".

Meskipun intan mempunyai kekerasan 10 menurut skala Mohs, tidak berarti bahwa membor dengan pahat intan itu selalu mudah. Operator harus memperhatikan betul akan kecepatan putaran dan tekanannya. Bila tekanannya terlampau besar, ada kemungkinan intannya akan lepas dari sementasinya. Apalagi bila yang dipakai "surface set bit". Hal ini sering terjadi, karena operatornya hanya ingin lebih cepat mencapai kedalaman seperti yang ditargetkan, sebab bila ini tercapai sebelum waktu seperti tertera pada kontrak, ia akan terima premi. Karena pahat intan itu mahal, operator harus hati-hati dalam melakukan tugasnya. Operator harus memiliki kesabaran dan ketekunan.

2.2.12. Pipa pelindung (casing)

Pipa pelindung pada pemboran inti ini, selain untuk mencegah jangan sampai air tanah masuk ke dalam lubang bor, atau air pembilas hilang dalam formasi batuan bila ada retakan-retakan dalam batuan itu, gunanya juga untuk mencegah jangan sampai lubang bor gugur.

Pipa pelindung ini dibuat dari baja tipis. Panjangnya 0,5 m – 3 m. Hubungannya satu dengan lainnya dengan uliran. Ujung-ujung pipa pelindung mempunyai ulir dalam dan luar. Karena ulir luar itu masuk dalam ulir dalam, maka pada sambungannya tidak ada perubahan diameter.

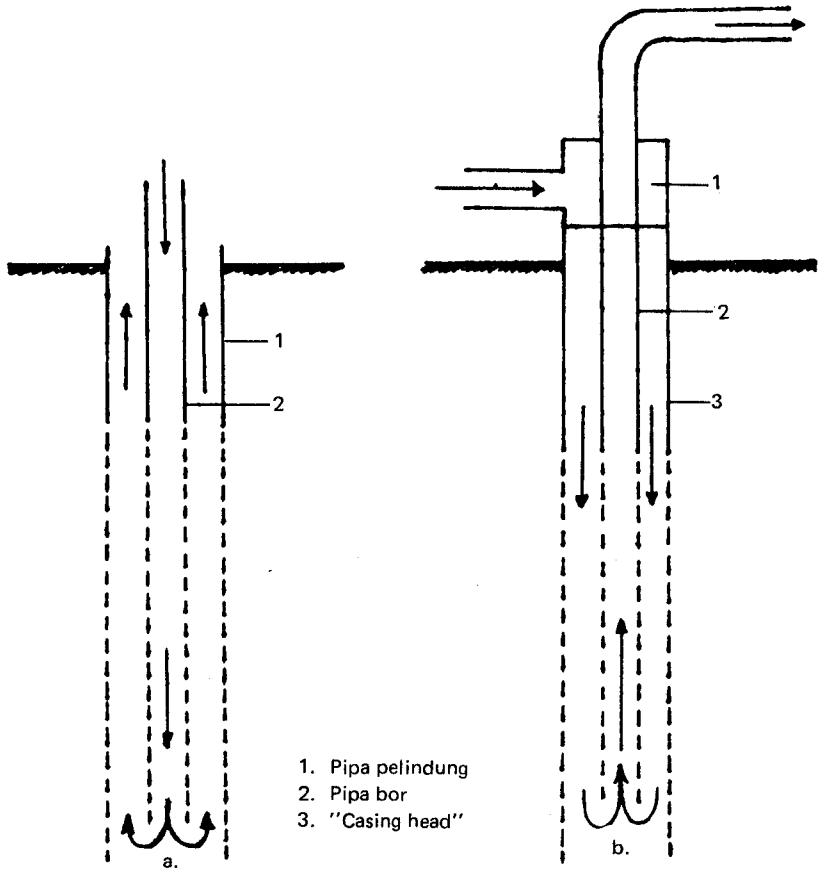
Masuknya pipa pelindung ke dalam lubang bor dengan jalan diputar pula. Karena itu untuk menjaga agar ujung pipa pelindung itu tidak rusak, maka dipa-

sanglah sepatu pipa pelindung (casing shoe) yang gunanya untuk memudahkan pemasukan pipa pelindung.

Jenis sepatu pupa-pipa pelindung adalah : sepatu dari baja Tc dan sepatu intan. Karena sepatu itu fungsinya sebagai pahat, maka ada pula yang menakan pahat pipa pelindung (casing bit).

2.2.13. Pompa air

Pompa air ini sangat penting artinya bagi pemboran inti. Gunanya untuk menghembus serbuk pemboran dari lubang bor (flushing). Jalannya air pembilas sebagai berikut : bak air/sumber air - pompa air - swivel air - pipa bor - dasar lubang bor - annulus (ruang antara pipa bor dan pipa pelindung) - permukaan.



Gambar 3-43 ***Pembilasan biasa dan pembilasan balik.***

Untuk mengangkat kerikil-kerikil yang ada di dasar lubang bor, diadakan pembilasan balik (counter flush). Dengan cara ini air ke luar dari pipa bor. Untuk

Untuk daerah-daerah yang sukar air diadakanlah sirkulasi. Artinya air dari bak air yang masuk lubang bor setelah ke luar dialirkan ke bak air kembali.

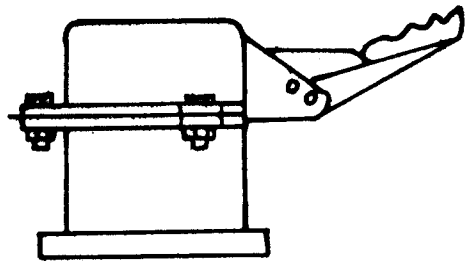
Kegunaan lain daripada air tersebut ialah :

- mendinginkan pahat
- turut membantu pemboran dengan semprotannya (jetting action), apalagi bila pemboran tersebut dilakukan di daerah pasir.

Selain alat-alat tersebut di atas, ada pula *alat pembantu lainnya* yang tak kalah pentingnya bagi pemboran inti. Alat-alat tersebut adalah : alat penahan pipa bor, alat pemancing dan kunci-kunci.

a. Alat-alat penahan pipa

Alat ini gunanya untuk menahan pipa jangan sampai jatuh masuk ke dalam lubang bor. Ini dikerjakan pada waktu memasukkan atau mencabut rangkaian pipa bor. Alat khusus penahan pipa bor dinamakan "rod holder".



Gambar 3-44 *"Rod holder".*

Bekerjanya "rod holder" adalah sebagai berikut :

Pipa bor masuk dalam lubang "rod holder". Ini dapat terjadi, bila pedal yang ada padanya diinjak. Waktu akan disambung, pedal dilepaskan. Pipa bor akan tertahan dan tidak jatuh dalam lubang bor. Dalam prakteknya yang digunakan sebagai penahan pipa-pipa, baik pipa bor maupun pipa pelindung, adalah kunci-kunci (kunci pipa atau kunci rantai).

b. Alat pemancing (recovery tool).

Alat ini gunanya untuk mengambil benda-benda yang jatuh dalam lubang bor. Bila yang jatuh itu pipa, baik pipa bor maupun pipa pelindung,

maka biasanya pipa tersebut dipancing dengan tap. Tap itu dipasang pada ujung pipa bor dan kemudian dimasukkan dalam lubang bor. Bila tap tersebut sudah sampai pada pipa yang jatuh tadi, maka tap itu dengan perantaraan pipa bor diputar. Tap tersebut akan membuat ulir dalam pipa atau pada bagian luar pipa. Tap yang membuat ulir dalam pipa yang jatuh dalam lubang bor, dinamakan tap laki-laki (male tap). Sedang bila membuat ulir luar pada pipa yang dipancing, dinamakan tap perempuan (female tap). Jika sekiranya ulir yang dibuat sudah dalam, maka selanjutnya pipa bor diangkat. Biasanya pipa yang jatuh itu dapat turut terangkat.

Untuk pahat atau sepatu pipa pelindung yang tertinggal dalam lubang bor, dapat pula dipancing dengan tap. Untuk benda-benda lainnya, seperti kunci-kunci, sekrup-sekrup dan lain-lainnya yang sudah jatuh dalam lubang bor, dapat dipancing dengan alat pemancing magnetis.

c. Kunci-kunci.

Kunci-kunci digunakan untuk mengeraskan atau melepaskan sekrup-sekrup, dan dapat pula untuk menahan pipa bor yang akan dimasukkan atau dicabut dari lubang bor. Jenis-jenis kunci tersebut adalah : kunci rantai, kunci pas, kunci pipa, kunci sok, kunci "klauw" dan sebagainya.

2.3. Bor Tumbuk Putar

Sesuai dengan namanya, gerakan dari alat tersebut ialah menumbuk dan memutar. Contoh dari alat itu ialah bor batu (rock drill gambar 4.3). Alat tersebut kebanyakan digunakan untuk membuat terowongan, lubang-lubang tambang terbuka atau untuk peledakan kedua (secondary blasting).

Tujuan utama dari pemboran dengan alat ini ialah untuk membuat lubang tembak (blast hole). Gerakan menumbuknya pada waktu sedang maju, dan pada waktu kembalinya baru terjadi gerakan berputar. Bila pahatnya diganti dengan alat semacam penumbuk, maka alat tersebut selanjutnya dapat dipakai untuk mengeraskan jalan-jalan baru. Jadi fungsinya di sini seperti "stoom wals". Alat itu dapat dilayani oleh seorang saja.

PERALATANNYA

2.3.1. Pompa air atau kompresor

Alat ini gunanya untuk menghasilkan tekanan, baik air maupun udara, hingga tekanan tersebut dapat menggerakkan mesin bor dan juga untuk membersihkan lubang bor dari serbuk pemboran. Kadang-kadang ada mesin bor yang khusus digerakkan air saja atau udara saja. Di samping itu ada pula yang dapat digerakkan oleh air maupun udara.

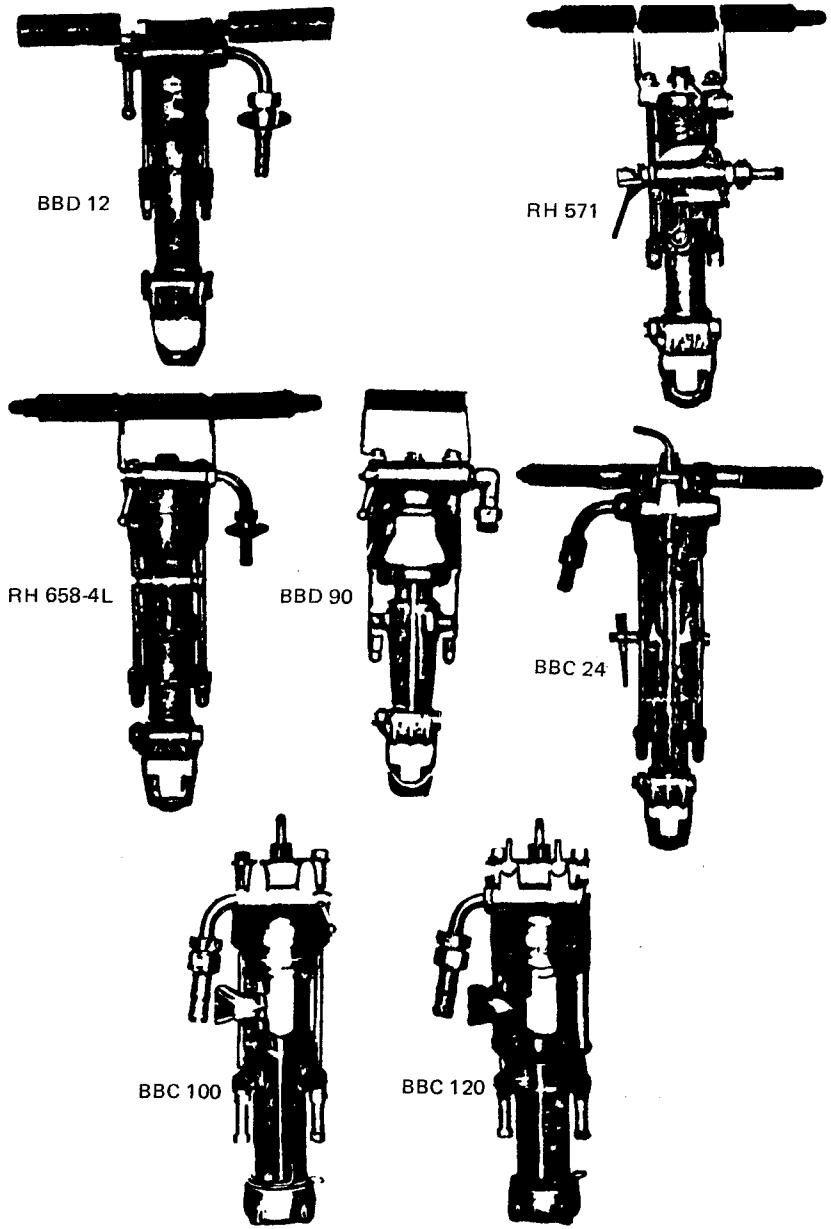
2.3.2. Selang karet

Selang karet digunakan untuk transmisi udara atau air dari kompresor/pompa air ke mesin bor. Karena harus tahan terhadap tekanan yang besar, maka dibuat dari karet yang dilapisi kain. Diameter dari selang-selang tersebut bermacam-macam, sesuai dengan jenis mesin bor yang dipakai. Untuk transmisi udara besar diameter itu adalah: 5/8", 3/4", 1" dan 1,5". Sedang untuk air : ½" dan 3/4". Ujung-ujung selang tersebut diklem dengan logam dan ada yang ulirnya cocok dengan "outlet pipe" dari pompa/kompresor dan "inlet pipe" dari mesin bor.

2.3.3. Mesin bor

Alat ini digerakkan oleh udara/air yang bertekanan tinggi. Konstruksi dari mesin itu dibuat sedemikian, sehingga bagian yang ada hubungannya dengan pahat dapat berputar dan menumbuk. Untuk memudahkan melayaninya, pada mesin bor itu ada bagian yang disediakan khusus untuk dipegang tangan (handel). Jenis-jenis mesin bor itu banyak. Contoh di bawah ini adalah jenis-jenis keluaran Atlas Copco :

1. *Jenis BBD 12.*
   Mesin ini ringan (11,1 kg). Dapat dilayani seorang saja.
   Pukulannya : 2650 per menit.
   Panjang : 445 mm.
   Langkah pistonnya (piston stroke) : 40 mm.
   Jenis BBD ini dibedakan lagi menjadi 2 :
   a. BBD 12 LH. Tenaga penggeraknya udara.
   b. BBD 12 WH. Tenaga penggeraknya air.
2. *Jenis RH-571.*
   Beratnya : 18,6 kg.
   Pukulannya : 2200 per menit.
   Cocok untuk pembuatan "quarry".
   Jenis RH-571-3L digerakkan oleh udara.
   Jenis RH-571-3W digerakkan oleh air.
3. *Jenis RH-685-4L.*
   Pukulannya : 2.000 per menit. Berat : 24,5 kg.
   Tenaga penggerak : udara.
4. *Jenis BBD 90.*
   Berat : 27,3 kg. Pukulan : 3.000 per menit. Pemboran dengan alat ini umumnya dilakukan dengan penyangga. Tenaga penggerak : air/udara.



Gambar 3-45 ***Jenis-jenis mesin bor batu.***

5. *Jenis BBC-24.*
   Berat : 29,1 kg. Pukulan : 2.050 per menit.
   Tenaga penggerak : air/udara.
6. *Jenis BBC-100.*
   Berat : 65,2 kg. Pukulan : 2150 per menit.
   Tenaga penggerak : air/udara.
7. *Jenis BBC-120.*
   Berat : 69 kg. Pukulan : 1.900 per menit.
   Tenaga penggerak : air/udara.

2.3.4. Lubrikator.

Dinamakan pula "oiler". Lubrikator ini gunanya untuk melumasi bagian-bagian dalam mesin bor. Alat tersebut khususnya digunakan pada mesin bor batu yang digerakkan oleh udara. Karena udara itu mengandung uap air, maka lama kelamaan mesin bor tersebut akan berkarat bila tidak diberi pelumas. Letak lubrikator itu di antara kompresor dan mesin. Agar pelumasan itu dapat berjalan dengan baik, sebaiknya selang karet yang menghubungkan lubrikator dan mesin bor jangan terlalu jauh/panjang. Di samping itu selang tersebut hendaknya lurus kedudukannya. Hal ini dapat mencegah minyak pelumas itu agar tidak banyak menempel pada dinding dalam dari selang karet.

Pada bagian atas dari lubrikator, misalnya pada jenis BLG-30 ada tanda anak panah. Tanda ini gunanya untuk menunjukkan ke arah mana minyak itu harus mengalir. Jelasnya : tanda tersebut menunjukkan arah mesin bornya. Bila dipasang terbalik maka minyak pelumasnya sukar terbawa ke mesin bor. Minyak pelumas yang digunakan adalah minyak-minyak pelumas biasa seperti SAE 30, SAE 40 dan sebagainya. Jenis-jenis lubrikator adalah :

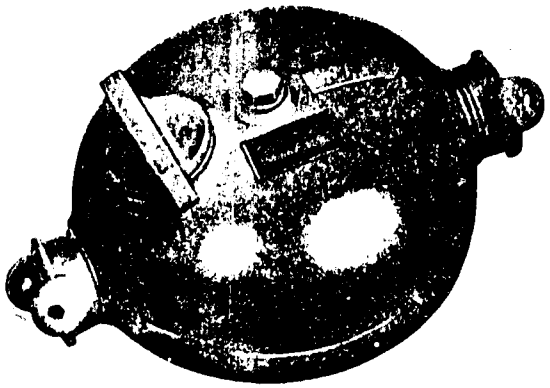
1. *BLG 30.*
   Beratnya : 3 kg. Kapasitas minyak yang dikandungnya : 1,3 lt.
2. *BLG 53.*
   Beratnya : 15,3 kg. Kapasitas minyak yang dikandungnya : 4,5 lt. Diameter selang penghubung : 0,08 cm.
3. *BLG 53 A.*
   Beratnya : 29 kg. Kapasitas minyak : 4,5 liter.
   Diameter selang penghubung : 5,08 cm.

Jenis BLG cocok untuk mesin bor batu seri RH, BBD sedang jenis BLG 53 dan jenis BLG 53A untuk mesin bor BBC 100 dan BBC 120.

PERPUSTAKAAN WILAYAH DEP. P DAN K
Jl. Walikota Mustajab. 68
SURABAYA

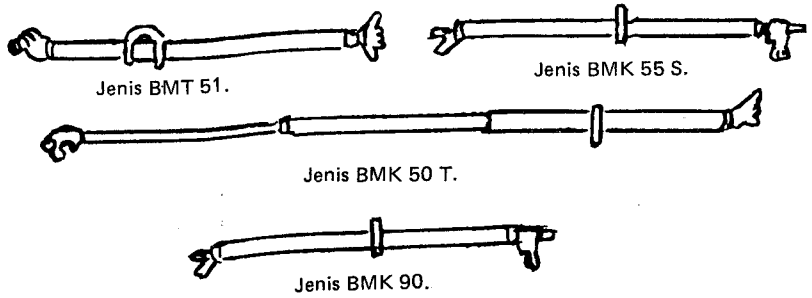
2.3.5. Penyangga.

Mesin bor batu yang berat-berat tidak mungkin dilayani oleh seorang saja. Untuk memudahkan pekerjaan pemboran digunakan penyangga (jack leg). Dengan adanya penyangga tersebut orang dapat membor ke segala arah.



Gambar 3-46 *Lubrikator*

Penyangga itu dapat mengeper yang disebabkan karena udara di dalamnya. Maka itu selama pemboran berjalan, mesin bor itu dapat naik turun. Gerakan ini gunanya untuk menyesuaikan kemajuan dari pemboran. Karena gerakan naik turun tersebut maka ada pula yang menamakan penyangga demikian sebagai "pusher leg". Dengan adanya penyangga tersebut tugas operator tidak lagi seberat bila dibandingkan dengan tanpa penyangga, karena penyangga menahan tekanan mesin bor dan oleh sebab itu operator sekarang cukup memegang saja.



Gambar 3-47 *Penyangga*

2.4. Perlengkapan Pemboran

Yang dimaksud dengan perlengkapan pemboran di sini ialah perlengkapan utama bagi pemboran, artinya tanpa perlengkapan tersebut pekerjaan pemboran tidak dapat dilaksanakan. Dengan sendirinya alat-alat lainnya masih pula diperlukan, seperti kunci-kunci dan sebagainya.

Perlengkapan pemboran yang terutama sekali dibutuhkan bagi pemboran dengan alat-alat mekanik, adalah sebagai berikut :

2.4.1. Kompresor

Alat ini gunanya untuk mengubah udara luar yang tekanannya ± 1 atmosfir (76 cm Hg) menjadi udara tekanan tinggi. Udara yang ditekan tersebut (compressed air) banyak sekali kegunaannya dalam dunia pertambangan. Udara tekan kebanyakan digunakan sebagai tenaga penggerak, misalnya untuk bor batu (rock drill), lokomotif tambang (dapat pula digerakkan dengan listrik, diesel dan uap) dan alat pemuat (loading machine) seperti "Power Shovel". Bila dibandingkan dengan listrik, maka pemakaian udara tekan lebih menguntungkan. *Keuntungan-keuntungannya* ialah :

- Lebih aman, karena tidak terjadi bunga api.
- Pemindahan dari satu titik ke titik lainnya lebih efisien.

Di samping sebagai tenaga penggerak, maka udara tekan dari kompresor itu dapat pula digunakan sebagai medium pembersih lubang bor/lubang tembak. Bahkan dalam keadaan terpaksa, di mana air sukar diperoleh, udara tekan itu digunakan pula untuk "flushing" pada pemboran inti, dengan akibat serbuk pemborannya (cutting) akan beterbangan ke mana-mana yang berarti mengganggu kehidupan sekelilingnya.

Pada pemboran air tanah, kompresor kadang-kadang digunakan pula untuk menguji debit air tanahnya. Hal ini dikerjakan bila tidak ada pompa air yang kuat untuk pengujian tersebut. Pada tambang di bawah tanah (under ground mining) kompresor kadang-kadang digunakan pula sebagai sarana ventilasi. Penggunaan seperti itu dilakukan jika dalam keadaan terpaksa dan bila sarana ventilasi tidak ada atau kurang memenuhi syarat. Dalam hal itu udara tekan itu digunakan untuk sirkulasi udara dalam lubang-lubang tambang di bawah tanah. Dengan adanya sirkulasi udara itu, udara menjadi lebih bersih dan segar serta mengakibatkan kegairahan bekerja akan timbul lagi.

Sebuah kompresor tidak hanya mempunyai satu "outlet pipe" saja, tetapi kadang-kadang sampai 4 pipa. Dengan demikian alat itu dapat melayani 4 mesin bor sekaligus. Dewasa ini tenaga penggerak dari kompresor sendiri kebanyakan adalah mesin diesel. Tetapi mengingat pertimbangan-pertimbangan teknis maupun

Tetapi mengingat pertimbangan-pertimbangan teknis maupun ekonomis yang menguntungkan, orang lebih senang menggunakan mesin diesel.

Tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor dinyatakan dalam kg/cm^2 atau p.s.i. (pound per square inch). Ini dapat dibaca pada skala "air receiver", yaitu sebuah tangki yang menampung udara yang ditekan tersebut. Bila skala itu menunjukkan angka nol, itu tidak berarti bahwa tekanan udara dalam tangki itu tidak ada sama sekali (vakum), tetapi tekanannya sama dengan tekanan udara luar. Tekanan yang ditunjuk oleh skala itu adalah yang terukur (Pg = Pressure gauged). Besarnya tekanan absolut (absolute) adalah :

Pa = Pg + P atm.
Pa = tekanan absolut. Pg = tekanan yang diukur.
Patm = tekanan atmosfir (atmospheric compression).

Catatan :

1 atm = 14,7 p.s.i. pada ketinggian sama dengan permukaan laut dan suhu 60° F.

Setelah sampai pada mesin bor batu tekanan udara dari kompresor itu selalu menjadi lebih kecil. Ini disebabkan karena kehilangan-kehilangan tekanan selama dalam perjalanan. *Kehilangan-kehilangan* itu disebabkan karena :

1. Kebocoran pada selang-selang karet atau katup-katup.
2. Kekasaran dari pada dinding dalam dari pada selang tersebut.
3. Adanya sambungan-sambungan dan belokan-belokan.
4. Adanya lubrikator.
5. Perubahan-perubahan diameter dari pada selang.
6. Kecepatan terlalu tinggi. Dalam hal ini berupa tekanan yang terlampau besar yang tidak sesuai dengan diameter pipa/selang.

Agar debu-debu yang terdapat dalam udara itu tidak turut masuk dalam tangki "air receiver", maka kompresor mempunyai saringan (air filter).

Bila kompresor itu bekerja maka makin lama mesinnya makin menjadi panas, oleh karena itu perlu didinginkan. Pendinginannya ada 2 cara :

- *"inter cooler" :* Alat pendinginnya terletak antara tahap satu dan tahap berikutnya, Ini hanya terdapat pada kompresor "multi stage".
- *"After cooler" ;* Alat pendinginnya terletak sesudah udara yang ditekan itu ke luar.

MACAM-MACAMNYA KOMPRESOR.

A. Kompresor resiprok

Kompresor ini dinamakan pula kompresor piston/torak. Tekanan udaranya diperoleh karena pengecilan volume. Sesuai dengan namanya, yaitu resiprok, maka bekerjanya kompresor itu karena gerakan maju mundurnya

piston/torak dalam silinder udara. Silinder tersebut tidak hanya sebuah saja, tetapi kadang-kadang sampai 6 buah.

Menurut *langkah kerjanya*, kompresor itu dibagi lagi menjadi :

1. *Kompresor "single acting".*
   Di sini setiap langkah dari pada piston akan menghasilkan tekanan saja dan langkah berikutnya isapan.
2. *Kompresor "double acting".*
   Di sini setiap langkah dari pada piston akan menghasilkan tekanan dan isapan.

Letak dari pada silinder-silinder udara dalam kompresor itu ada yang :

- Horizontal tunggal (horizontal single type compressor).
- Horizontal ganda (horizontal double type compressor).
- Seperti huruf V (V type compressor).

Untuk memperoleh tekanan tertentu, bekerjanya kompresor itu dapat langsung atau bertahap. Misalnya untuk mencapai 7 atmosfir, ada beberapa kompressor yang bekerjanya langsung dari 1 atmosfir. (udara bebas) ke 7 atmosfir. Beberapa kompresor ada yang bekerjanya melalui 2 tahap misalnya dari 1 atmosfir ke 4 atmosfir, kemudian baru dari 4 atmosfir ke 7 atmosfir.

Kompresor yang bekerjanya langsung itu dinamakan kompresor satu tahap (single stage compressor). Yang bertahap 2 dinamakan kompresor dua tahap (double stage compressor). Kebanyakan kompresor pada dewasa ini adalah dari jenis dua tahap. Ini lebih menguntungkan, karena :

- Ada "intercooler"nya.
- Ada penghematan tenaga kerja.
- "Volumetric efficiency"nya besar.

"Volumetric efficiency", yaitu perbandingan antara volume udara yang berhasil tekan dengan volume udara yang diperhitungkan.

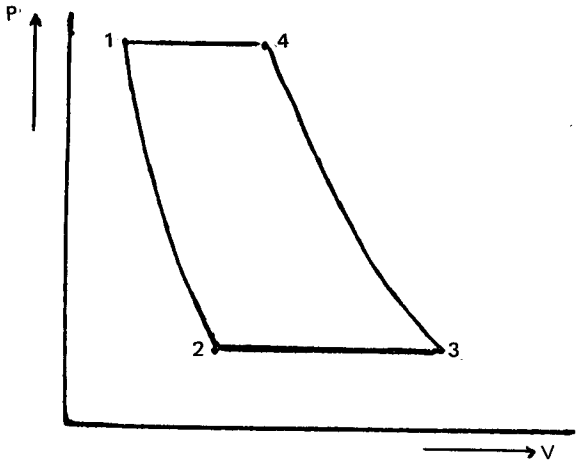
Dalam rumus "volumetric efficiency" dituliskan sebagai berikut :

$$Ev = \frac{\text{cfm yang berhasil ditekan}}{\text{cfm yang dihitung.}} \quad (\%)$$

Ev = "Volumetric efficiency".
cfm = "cubic feet per minute".

Adanya penghematan tenaga dapat dibaca pada grafik di bawah ini :

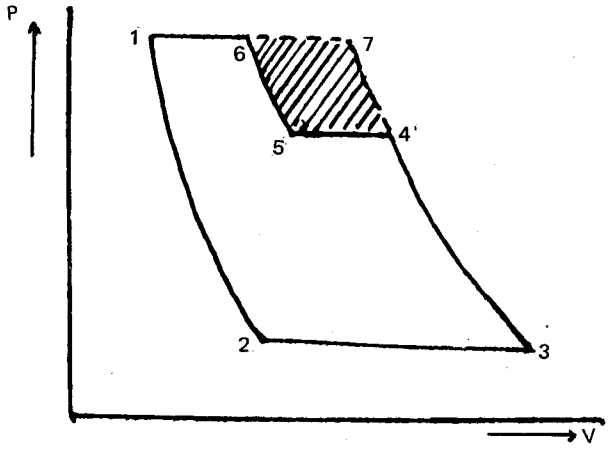
1 – 2 = ekspansi.
2 – 3 = penghisapan (intake).



Gambar 3-48 *Grafik "single satge compressor".*

3 – 4 = kompresi.
4 – 1 = mendorong udara ke luar.

Pada "double stage compressor" keadaannya lain. Setelah penghisapan (2 – 3), kemudian ditekan (3 – 4) sampai mencapai 4 atmosfir. Pada kedu-



Gambar 3-49 *Grafik double stage compressor.*

dukan 4 – 5 kompresinya tetap. Baru kemudian ditekan sampai 7 atmosfir (5 – 6). Dibanding dengan yang "single stage", ada penghematan tenaga sebesar 4 – 5 – 6 – 7.

Untuk menghitung jumlah udara yang ditekan dalam kompresor resiprok, dipakai rumus sebagai berikut :

$$P.D = \frac{A.S.N.}{1728} \text{ cfm.}$$

P.D. = "piston displacement".
A = luas permukaan (dalam square inch).
S = panjang langkah (stroke dalam inci).
N = jumlah silinder udara.
1728 = faktor kompresi.

Untuk kompresor "double acting" rumusnya menjadi :

$$P.D. = \frac{2\ A.S.N.}{1728} \text{ cfm}$$

atau

$$P.D. = \frac{A.S.N.}{864} \text{ cfm}$$

Rumus tersebut hanya berlaku untuk penekanan secara adiabatis, artinya pada waktu penekanan itu terjadi perubahan suhu. Proses ini lebih banyak digunakan dari pada proses isothermal. Proses terakhir ini penekanannya pada suhu yang tetap.

Pompa speda biasa, baik yang ada ketel udaranya maupun yang tidak, adalah salah satu contoh dari pada alat penekan udara resiprok.

B. Kompresor pusingan (Rotary compresor).

Pada kompresor ini penekanan udaranya bukan karena pengecilan volume, tetapi karena berputarnya baling-baling. Makin cepat baling-baling itu berputar, tekanan yang diperoleh makin besar. Udara yang diperoleh dari kompresor ini lebih teratur. Kompresor pusingan ada yang "single" dan ada yang "double stage". Keuntungan-keuntungan lainnya dari pada pemakaian kompresor ini ialah penghematan dalam pemeliharannya.

C. Kompresor sentrifugal

Tekanan udara di sini diperoleh karena berputarnya baling-baling yang bentuknya seperti sudu (impeller vanes). Sudu-sudu tersebut mem-

beri percepatan pada udara untuk masuk dalam silinder-silinder kompresor. Kompresor sentrifugal ini ada yang "single" dan ada pula yang "double stage" Keuntungan-keuntungan dari pada pemakaian kompresor ini sama dengan kompresor pusingan.

Kompresor resiprok dan pusingan termasuk dalam jenis "displacement compressor". Sedang kompresor sentrifugal termasuk dalam jenis "dynamic compressor".

2.4.2. Pompa

Guna pompa ialah untuk memberi sejumlah tenaga (head) pada cairan sehingga cairan tersebut dapat mengalir mengalahkan berat cairan itu sendiri. Dengan demikian cairan tersebut dapat mengalir ke atas. Karena cairan itu tidak dapat ditekan seperti udara (incompressible), maka tenaga yang dihasilkan oleh pompa itu tidak dalam tekanan, tetapi dalam bentuk kecepatan dan berat.

Cara kerja pompa sama dengan kompresor. Jenis-jenisnya pun sama, yaitu :

- Pompa resiprok : Salah satu contohnya pompa sumur biasa (merk Dragon).
- Pompa pusingan.
- Pompa sentrifugal.

TABEL V **Karakteristik dari pada jenis-jenis pompa**

"discharge "flow"	Pompa resiprok putus-putus (pulsating)	Pompa pusingan teratur (steady)	Pompa sentrifugal teratur (steady)
Tinggi isapan	22 ft	22 ft	15 ft
macam cairan yang dipompa	bersih dan jernih	Kental, tidak abrasif	dapat bersih, kotor kental dan abrasif
"discharge pressure	sedang	sedang	rendah – tinggi
Kapasitas (debit)	rendah	sedang	rendah – tinggi

Dalam dunia pertambangan *fungsi pompa* ialah :

- Untuk mengeringkan lubang-lubang tambang.
  Cara pengeringannya bermacam-macam. Ada yang langsung dan tidak langsung (lihat pelajaran teknik pemboran).
- Membersihkan lubang bor dari "cutting"nya (flushing).
- Penggerak mesin bor batu.

Pompa yang digunakan untuk mengeringkan lubang-lubang tambang kapasitasnya harus besar. Bila pompa tersebut tidak kuat, maka dipasang seri (2 atau 3 pompa). Dengan syarat bahwa pompa-pompa tersebut (2 atau 3 pompa tadi) harus sama kapasitas dan hp.nya.

Cara yang sering digunakan dalam praktek ialah demikian :

> Pompa pertama diletakkan dekat sumber air. Kemudian air dipompa dan dialirkan ke bak air yang telah dibuat terlebih dahulu dan yang letaknya dekat lokasi pemboran. Dari bak air inilah pompa menghisapnya dan dialirkan ke dalam lubang bor untuk pembilasan.

Bila 2 pompa atau lebih dipasang paralel, maka cara ini akan menambah debitnya. Mengenai pertambahan "head", dapat dihitung dengan rumus BERNOULLI. Rumus tersebut berlaku untuk aliran yang laminer, sebagai berikut :

Rumusnya :

$$P + \frac{v^2}{2g} + \frac{h}{\varphi} = \text{konstan.}$$

P = tekanan cairan.
v = kecepatan mengalir.
g = gravitasi.
φ = density.
h = beda tinggi (head).

Seperti pada kompresor, maka cairan yang dialirkan dari pompa tersebut selalu mengalami kehilangan tenaga. *Kehilangan-kehilangan* itu dapat terjadi pada :

1. *Pipa*
   a. Kekasaran dinding dalam dari pada pipa.
   b. Diameter pipa yang tidak sama.
   c. Kecepatan. Aliran laminer ⟶ tetap. Aliran turbulen⟶ tidak tetap.
   d. Belokan-belokan dan katup-katup.
2. *Pompa :*
   a. Kehilangan hidrolik.
      Ini disebabkan karena cairan itu sendiri mengalami gesekan-gesekan dalam pompa.

b. Kehilangan mekanik.
Ini disebabkan karena adanya gesekan-gesekan dengan peluru, packing, seal dan sebagainya.

c. Kehilangan volumetrik.
Ini dikarenakan adanya kebocoran-kebocoran pada pompa sendiri. Kehilangan ini sangat besar pengaruhnya terhadap debit dan "head"nya.

Dalam prakteknya maka cara yang digunakan untuk *mengurangi kehilangan-kehilangan* tersebut ialah dengan :

- mengurangi adanya belokan-belokan.
- pipa-pipa atau selang diusahakan berdiameter sama.
- sambungan-sambungan, kran dan katup-katup harus rapat dan tidak bocor.
- memeriksa pompa sebelum dimulai, karena bila dirasa perlu ada perbaikan maka perbaikan tersebut segera dilaksanakan.

Pompa yang baik bekerjanya sangat membantu kemajuan dari pada pemboran. Kekhawatiran akan terjepitnya pipa bor yang disebabkan "cutting" tidak terangkat dalam hal ini tidak akan ada.

4 Alat Gali Dalam Kegiatan Penambangan

Salah satu kegiatan utama dalam operasi penambangan ialah menggali. Kegiatan ini meliputi pekerjaan-pekerjaan untuk membongkar/melepaskan batuan dari batuan induknya.

Atas dasar mekanismenya, maka alat gali yang digunakan dalam kegiatan penambangan dapat dibagi menjadi 2 jenis :

1. Alat gali non-mekanis.
2. Alat gali mekanis.

1. ALAT GALI NON MEKANIS

Jenis peralatan yang tidak digerakkan oleh tenaga mesin ini umumnya sederhana. Contohnya : cangkul, dandang, linggis, baji, palu dan sekop. Daya kerja alat-alat tersebut tergantung sepenuhnya pada tenaga manusia yang menggunakannya. Umumnya efektifitas dari pada peralatan maupun kapasitas kerja dapat berhasil baik, jika dilakukan oleh tenaga-tenaga naluriah. Jenis peralatan ini dijumpai pada Perusahaan Tambang Rakyat dan Daerah. Tenaga kerjanya adalah penduduk setempat. Misalnya tambang mangan di Kembang dan Karangnunggal, tambang gips di Tegalombo dan Cepu, tambang batubara di Ngandang (Blora) dan lain-lainnya.

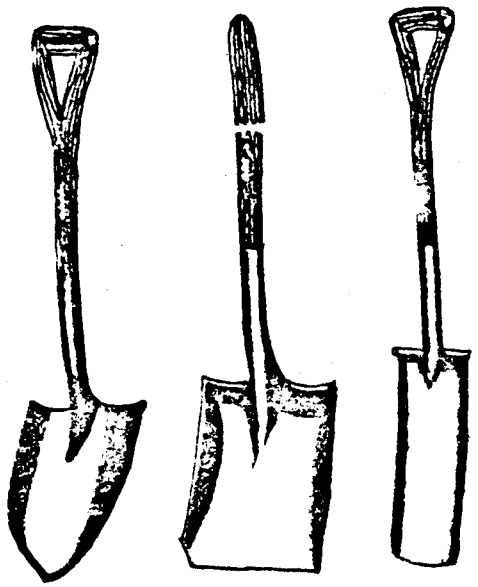
Mengingat bahwa jenis peralatan non-mekanis semata-mata ditentukan oleh naluri dan tenaga pekerja itu sendiri, maka kemampuan kerjanya sangat tergantung pada sifat dari lapisan batuan dan luas daerah yang dikerjakan.

Berikut ini disajikan data kemampuan kerja berdasar pengamatan di tambang batubara Ngandang.

Ternyata berdasarkan pengamatan, makin keras batuan yang dihadapi, makin menurun kemampuan kerjanya. Faktor lain yang juga mempengaruhi kemampuan produksi alat antara lain ialah kondisi kerja. Dengan demikian produktifitas dari pada alat non-mekanis tidak dapat diandalkan. Sebagai contoh : pembuatan "shaft" (sumuran tegak) di tambang mangan. Kembang dengan ukuran luas 1 sampai 1½ m^2 sedalam 15 m, memakan waktu ± 10 bulan. Pembuatan "shaft" tersebut dikerjakan dalam 3 giliran kerja.

TABEL VI **Kapasitas Kerja Berdasarkan Sifat Pekerja dan Sifat-sifat Fisis Tanah.**

Sifat pekerja	Sifat fisis tanah	Kapasitas kerja per jam
1. Tenaga biasa yang masih muda dan kuat	lunak	1 sampai 1½ m^3
2. Tenaga naluriah yang masih muda dan kuat	lunak	2 sampai 2½ m^3
3. Tenaga biasa yang masih muda dan kuat	sedang	maksimum 0,8 m^3
4. Tenaga naluriah yang masih muda dan kuat	sedang	maksimum 1½ m^3
5. Tenaga biasa yang masih muda dan kuat	keras	maksimum ¼ m^3
6. Tenaga naluriah yang masih muda dan kuat	keras	maksimum ½ m^3



Gambar 4-50 *Sekop.*

2. ALAT GALI MEKANIS

Sumber tenaga gerak dari alat gali mekanis dapat berupa :

- *mesin listrik :*
  "Power Shovel", "Bucket Wheel Excavator", kapal keruk, "Wagon Drill" dan lain-lainnya.

- *mesin bahan bakar (combustion engine):*
  "Power Shovel", "bulldozer", "Dragline", Back Hoe" dan lain-lainnya.

- *udara tekan :*
  Jack Hammer, Paving Breaker dan lain-lainnya.

Alat gali mekanis ini sesuai untuk tugas yang berat serta daerah kerja yang luas. Contoh seperti dalam pembuatan waduk, bendungan, penggalian tanah/batuan di daerah tambang, pembuatan landasan kapal terbang dan lain-lainnya.

Alat gali mekanis yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah :

1. "Power Shovel".
2. "Dragline/Clamshell".
3. "Back Hoe".
4. "Trenching Machine".
5. "Rock Excavator" (Bucket Wheel Excavator/Bucket Chain Excavator).
6. Kapal keruk (Dredge).
7. "Bulldozer".
8. Alat gali yang lazim untuk batubara/batuan yang sejenis, seperti :
   a. "Coal Cutter".
   b. "Coal Combine".
   c. "Coal Plough".
   d. "Tunneling Machine".
9. "Trailer Wheel Scraper".

Pada tabel di bawah ini dapat dilihat pemilihan alat gali yang sesuai dengan sifat fisis dan macam lapisan batuan yang dihadapi.

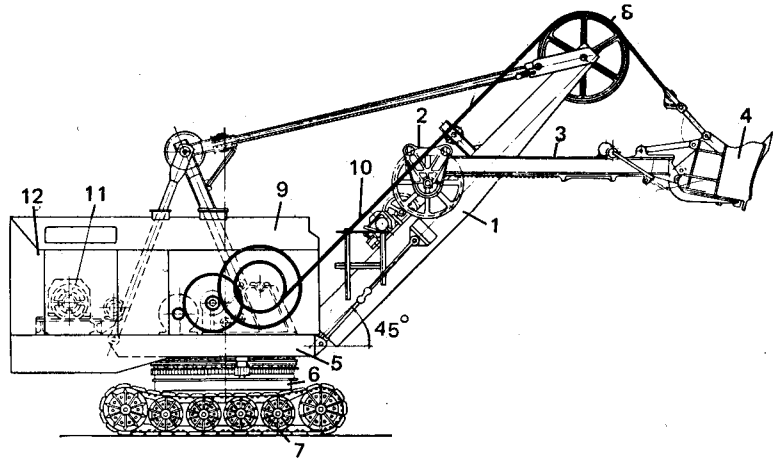
TABEL VII **Pemilihan Alat Gali Sesuai Dengan Sifat Fisis dan Macam Lapisan Batuan Yang Dihadapi**

Sifat fisis dan macam lapisan batuan	Jenis alat yang dipakai
A. LUNAK – KERING	
a. Top soil	1. "Rock excavator"
b. Silt	2. "Power Shovel".
c. Lempung pasiran	3. "Dragline".
d. Napal	4. "Bulldozer".
e. Serpih	5. "Trailer Wheel Scraper".
B. SEDANG – KERAS :	
a. Serpih biru	1. "Coal Cutter"
b. Serpih tufaan (Tuffaceous shale)	2. "Coal Combine"
	3. "Coal Plough"
c. Batubara	4. "Tunneling Machine"
	5. Mesin Bor (+ bahan peledak).
C. KERAS DAN ULET :	
a. Batuan beku	
b. Batuan metamorf	Mesin Bor & bahan peledak.
c. Batubara	
d. Bijih (ore)	Mesin Bor & bahan peledak.
e. Batugamping	
f. Serpih biru tufaan (Tuffaceous blue shale).	

2.1. "Power Shovel"

Mesin pengeruk ini terdiri atas badan (cabin) yang dilengkapi dengan mesin penggerak. Badan ini terletak pada bagian yang dapat berputar ke kiri dan ke kanan sampai 180°. Bagian-bagian tersebut terletak di atas "mounting" yang beroda rantai atau roda karet, hingga dengan demikian memudahkan gerakan untuk berpindah tempat. Pada badan ini dipasang "boom" serta tiang penahan "boom".

"Power Shovel" ini tergolong jenis "Excavator yang mempunyai mangkuk/sekop keruk tunggal (single bucket), sedang jenis "Wheel Excavator" mempunyai mangkuk keruk banyak (multi bucket). Kedua alat besar ini cocok untuk mengerjakan pemindahan tanah mekanis (PTM) material lunak/gembur kering dalam daerah yang luas.



1. Crawler. 2. Digging motion. 3. Dipper stick. 4. Dipper/shovel.
5. Turnable horizontal plame. 6. Underframe. 7. Caterpillars.
8. Pulley. 9. Drum. 10. Cable, 11. Electric motor. 12. Shovel body.

Gambar 4-51 *"Power Shovel".*

Atas dasar *kapasitas keruk*, "Power Shovel" dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu :

a. Kecil, kapasitas keruknya : 0,25 – 1,5 m^3
b. Sedang, kapasitas keruknya : 2,0 – 4,0 m^3
c. Besar, kapasitas keruknya : 5,0 – 25,0 m^3

Tinggi buang batang pengeruk sebesar 20 m sampai 50 m di atas jenjang. Pemakaian tenaga listrik sampai 7000 KW.

UKURAN SEKOP DAN KEMAMPUAN : (SHOVEL DIMENSIONS AND CLEARENCE).

Untuk menentukan jenis "Power Shovel" yang akan dipilih bagi suatu proyek, maka perlu diketahui terlebih dahulu tentang ukuran dari pada boom, batang pengeruk, tinggi keruk maksimum, radius keruk, radius penuangan dan tinggi pembuangan. Pada waktu mengeruk, sudut boom yang paling efektif adalah 45°. Di bawah ini disajikan tabel ukuran dan "clearence" Power Shovel".

TABEL VIII Ukuran dan "Clearence" Power Shovel Pada Possi Sudut Boom 45°.

Ukuran pengeruk (cu yd)	Panjang tegak boom (ft)	Panjang tegak handel (ft)	Tinggi maks pemotongan (ft)	Jari-2 maks pengerukan (ft)	Tinggi maks penuangan (ft)	Jari-2 maks penuangan (ft)
3/8	13-15	11-13	17-19	22	13-15	18-20
¼	15-16	12-13	19-24	21-24	14-16	19-20
¾	17-18	13-15	21-27	25-28	15-17	22-24
1	20	16	23-27	31-32	15-18	23-25
1¼	20	16	23-27	31-32	16-19	24-27
1½	21-23	16-18	24-29	32-33	18-20	28-30
1¾	22-24	16-18	26-30	32-33	18-20	28-30
2	22-25	17-19	26-30	33-36	19-20	30-33
2½	25-26	18-19	28-35	35-38	19-21	32-34

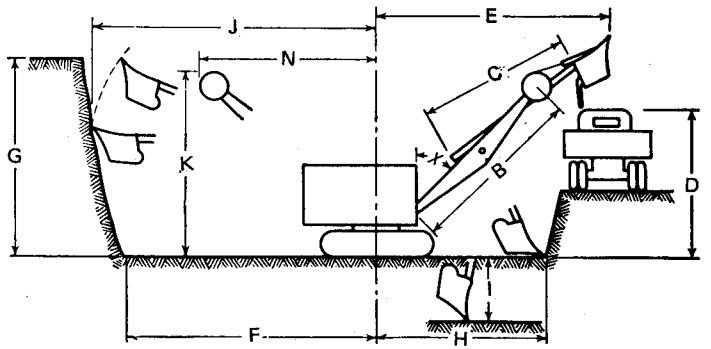
Pada boom dipasang batang yang pada ujungnya terletak sekop pengeruk. Batang pengeruk (Dipper handle) dapat digerakkan ke muka atau ke belakang sehingga memudahkan operasi pengerukan: Gerakan naik dan turun daripada boom maupun batang pengeruk dikontrol dengan kabel-kabel dan kerekan-kerekan (pully).

Urutan gerak dari "Power Shovel" adalah sebagai berikut :

a. Memutar badan.
b. Menurunkan boom.
c. Menurunkan batang pengeruk.
d. Mengeruk.
e. Mengangkat batang pengeruk, mengangkat boom.
f. Menuang hasil kerukan.
g. Memutar badan.
h. Menurunkan batang pengeruk.
i. Menuang hasil kerukan.
j. Memutar kembali badan.

Gerakan ini disebut satu "cycle" dan yang baik dilakukan antara ½ sampai 1 menit. Jadi dalam satu jam, "Power Shovel" dapat melakukan 60 kali pengerukan dan penuangan. Isi pengeruk "Power Shovel" bermacam-macam, yaitu : 3/8, ½, ¾, 1, 1¼, 1½, 1¾, 2, 2½ cu yd (1 cu yd = 0,765 m^3).

Secara teori kapasitas pengerukan setiap jam adalah 60 kali isi pengerukan. Misalnya isi pengerukan besarnya 1 cu yd, maka setiap jam "Power Shovel" dapat mengeruk 60 cu yd (= 45,9 m^3). Akan tetapi, dalam kenyataannya isi pengerukan dipengaruhi oleh faktor kembang (swell factor) dari/tanah/batuan, kelengketan tanah, kecakapan operator, tinggi rendahnya letak material yang akan dikeruk dan kondisi kerja.



H. Tanah dasar I. Kedalaman keruk. J. Jangkau keruk. K. Ketinggian keruk.
N. Radius keruk. E. Radius tuang. C. Panjang stick. B. Panjang boom.
D. Tinggi tuang. F. Jarak keruk. G. Tinggi tebing.

Gambar 4-52 *Diagram kerja "Power Shovel".*

Adapun produksi yang dihasilkan oleh suatu "Power Shovel" tergantung pada bermacam-macam faktor, yaitu :

a. Jenis material yang dikerjakan.
b. Kedalaman pengerukan/pemotongan.
c. Besarnya sudut putar badan "Power Shovel"
d. Kondisi kerja.
e. Kondisi tata-laksana.
f. Besarnya ukuran unit sangkut.
g. Kecakapan operator.
h. Kondisi "Power Shovel" itu sendiri.

Berikut ini diberikan *cara menghitung produksi* suatu "Power Shovel".

Misalkan isi pengeruk = 2 cu yd. Material yang dikeruk mengembang sampai 25%. Berarti material yang dikeruk itu menjadi $= \frac{225}{1{,}25}$ cu yd. = 1,8 cu yd.

Jika setiap menit seorang operator dapat melakukan pengerukan dan penuangan 5 kali maka tanpa memperhitungkan waktu yang hilang, "Power Shovel" dapat menghasilkan sebanyak 2,5 x 1,8 cu yd/mnt = 4,5 cu yd/mnt atau 270 cu yd per jam. Perhitungan produksi seperti tersebut hanya secara teori. Dalam praknya banyak faktor lain yang harus diperhitungkan.

Berikut ini disajikan tabel produksi ideal "Power Shovel (cu yd) untuk bermacam-macam material, yang didasarkan atas pengerukan terus-menerus dan berputar (swing) 90°.

TABEL IX **Produksi Ideal Power Shovel Dalam Cubic Yards Per Jam, Volume Asli (Bank Measures).**

Jenis material	Ukuran shovel (cu yd)								
	3/8	½	¾	1	1¼	1½	1¾	2	2½
Lempung pasir	3/8	4,6	5,3	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8	8,4
	85	115	165	205	250	285	320	355	405
Pasir & krikil	3,8	4,6	5,3	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8	8,4
	80	110	115	200	230	270	300	330	390
Tanah	4,5	5,7	6,8	7,8	8,5	9,2	9,7	10,2	11,2
	70	950	135	175	210	240	270	300	350
Tanah liat, keras	6,0	7,0	8,0	9,0	9,8	10,7	11,5	122	13,3
dan liat	50	75	110	145	180	210	235	265	310
Batu ledakan, lem-	40	60	95	125	155	180	205	230	275
pung lengket dan	6,0	7,0	8,0	9,0	9,8	10,7	11,5	12,2	13,3
basah	25	40	70	95	120	145	165	185	230
Batu ledakan yang	15	25	50	75	95	115	140	160	195

Keterangan : angka dengan koma menunjukkan kedalaman pengerukan dalam kaki (feet). Angka dengan bilangan bulat menunjukkan produksi yang ideal dalam cubic yards.

Contoh : Power shovel berukuran 3/8 cu yd, jika mengeruk sampai sedalam 3,8 ft dan berputar 90° ke arah tempat penumpahan, produksi idealnya setiap jam dapat mencapai 85 cu yd. Tanah yang dikeruk itu lempung pasiran yang ringan. Bila yang dikeruk itu berujud bongkah-bongkah batu hasil penembakan yang tidak sempurna, maka produksi per jamnya menurun menjadi sebesar 15 cu yd.

PENGARUH KEDALAMAN PENGERUKAN TERHADAP PRODUKSI POWER SHOVEL.

Jika pengerukan shovel pada tanah itu terlalu dangkal, maka akan timbul kesukaran di mana pengisian pengeruk lebih dari satu kali ayunan, sehingga akan menambah waktu setiap "cycle" (cycle time). Hal ini berarti turut berpengaruh terhadap "cycle time" dari pada alat angkut dan juga pada produksi dari Power Shovel sendiri.

Bila mengeruknya terlalu dalam, maka ini berarti memaksa kekuatan mesin, dan material yang dikeruk akan banyak berceceran sewaktu diangkat.

Seperti telah dicantumkan dalam Tabel IX, hasil pengerukan itu disesuaikan dengan ukuran pengeruk. Misalnya ukuran pengeruk itu 3/8 cu yd, maka produksi ideal dalam pengerukan optimum terhadap tanah lempung pasiran sebesar 85 cu yd/jam. Untuk pasiar krikil sebesar 80 cu yd/jam dan untuk batuan bongkaran hasil penembakan yang tidak sempurna sebesar 15 cu yd per jam. Berdasarkan pengalaman maka kedalaman pengerukan rata-rata adalah 60% dari pada kedalaman optimum pengerukan.

PENGARUH SUDUT PUTAR BATANG PENGERUK TERHADAP PRODUKSI

Yang dimaksud dengan sudut putar Power Shovel ialah besarnya sudut antara posisi batang pengeruk ketika mengeruk dengan posisi batang pengeruk ketika menuang. Dengan demikian seluruh "cycle time" Power shovel meliputi pengerukan, berputar ke posisi penumpahan dan kembali lagi ke posisi pengerukan.

Jelaslah bahwa jika sudut putar bertambah besar maka "cycle time" bertambah besar pula dan sebaliknya. Jika pengerukan batang pengeruk optimum, tetapi sudut putarnya berkurang dari 90° ke 60°, maka produksi dapat bertambah 16%. Di bawah ini disajikan tabel tentang pengaruh besarnya sudut putar terhadap kedalaman pengerukan Power Shovel.

TABEL FAKTOR KONVERSI (CONVERSION FACTOR)

Tabel ini didasarkan atas data lapangan (Courtesy Power Crane and Shovel Association).

TABEL X Faktor Konversi (Conversion Factor).

Kedalaman penggalian optimum (%)	Sudut putar, derajat						
	45	60	75	90	120	150	180
40	0,93	0,89	0,81	0,80	0,72	0,65	0,59
60	1,10	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,66
80	1,22	1,12	1,04	0,98	0,86	0,77	0,69
100	1,26	1,16	1,07	1,00	0,88	0,79	0,71
120	1,20	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,70
140	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
160	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62

Untuk penyesuaian sebaiknya dicocokkan terlebih dahulu dengan kondisi medan setempat serta proyek yang dikerjakan.

PENGARUH KONDISI KERJA TERHADAP PRODUKSI POWER SHOVEL

Seperti diketahui, pengerjaan pengupasan tidak selalu sama. Hal ini disebabkan karena kondisi yang berbeda, dan hal-hal seperti inilah yang perlu dipertimbangkan dalam memperhitungkan produksi Power Shovel. Misalnya suatu Power Shovel mengeruk material untuk bangunan di daerah berbukit. Kedalaman pengerukan bervariasi dari dangkal sampai dalam. Pengerukan ini harus hati-hati, karena dilakukan di daerah yang menanjak. Pengerukan itu dibuat sedemikian sempitnya, sehingga memudahkan penempatan alat angkut untuk dimuati. Yang menjadi masalah ialah penempatan yang tepat dan efisien dari pada alat angkut tersebut. Jika alat angkut berada di belakang Power Shovel, maka ini berarti batang pengeruk harus diputar sampai 180°, dan ini memakan waktu. Bila alat angkut diletakkan di samping, maka kedudukannya sangat membahayakan, karena dekat lereng.

Masalah-masalah seperti ini mengakibatkan pemborosan waktu akibat sering tertundanya pekerjaan tersebut. Kondisi-kondisi yang kurang menguntungkan seperti ini berpengaruh terhadap produksi Power Shovel.

Medan kerja yang dihadapi oleh kedua alat besar, Power Shovel dan Dump Truck, juga sangat menentukan kelancaran kerja. Karena itu medan kerja dibedakan menjadi 4 macam, yaitu : bagus sekali (excellent), bagus (good), sedang (fair) dan buruk (poor).

Di bawah ini disajikan Tabel Efisiensi Kerja -

TABEL XI Efesiensi Kerja

Kondisi kerja	Kondisi tata-laksana			
	Bagus sekali	Bagus	Sedang	Buruk
Bagus sekali	0,84	0,81	0,76	0,70
Bagus	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

2.2. "Dragline/Clamshell".

"Dragline" mirip dengan Power Shovel. Alat ini terdiri atas sebuah badan yang terletak pada bagian pemutar (mounting) serta dilengkapi dengan roda. Roda tersebut ada yang dari rantai dan ada pula yang dari ban karet. Pada badan dipasang boom yang ukurannya lebih panjang dari pada boom Power Shovel. Panjang boom tersebut bermacam-macam yaitu 42 m, 48 m, 54 m, dan 75 m. Pada "Dragline" tidak terdapat lengan pengeruk, tetapi memiliki kabel-kabel dan kerekan.

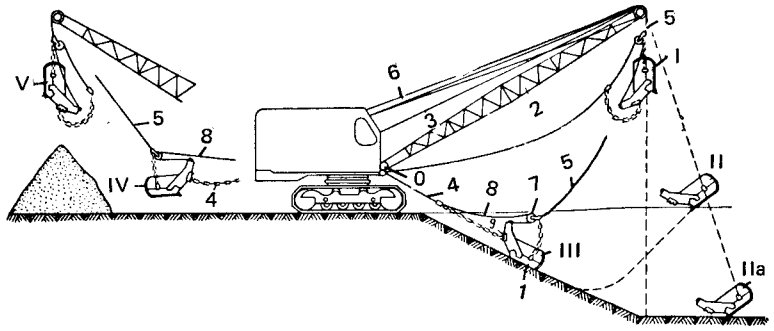
Boom yang panjang ini (crane boom) berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan mangkuk keruk (dragline bucket). Mangkuk keruk bergantung pada kabel. Melalui kerekan mangkuk keruk ini dapat dinaikkan dan diturunkan oleh kabel, seperti halnya boom. Pada mangkuk keruk dipasang gigi yang panjang dan tajam yang dibuat dari baja mangan. Isinya mangkuk keruk itu 1½ cu yd sampai 2½ cu yd. Di bawah ini disajikan DIAGRAM KERJA DRAGLINE.

Dragline dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu :

a. "Crawler mounted".
b. "Wheel mounted", self-propelled".
c. "Truck mounted".
d. "Walking Dragline".

Ke empat jenis ini masing-masing mempunyai keistimewaan, yaitu Crawler-mounted. Gerakannya lebih lamban tetapi halus daripada jenis Wheel ataupun "Truck mounted", sehingga tidak mungkin melakukan pekerjaan yang tempatnya berjauhan.

Jenis "Wheel" maupun "Truck mounted" gerakannya lebih lincah. Jenis "Walking Dragline" keunggulannya ialah dalam ukurannya yang lebih besar lebih panjang sehingga jangkauannya lebih jauh dan luas, mudah dikemudikan dan tekanan pada tanah injak rendah. "Crawler mounted Dragline" gerakannya lamban dengan kecepatan rata-rata kurang dari 1 mph (mile per hour), sedang "Wheel" dan "Truck mounted" kecepatannya lebih dari 30 mph.



I. Posisi ember keruk menggantung.
II. dan IIa. Penurunan ember keruk ke tanah.
III. Mengeruk tanah.
IV. Mengerek ember yang telah dimuati.
V. Menuang muatan.
1. Ember keruk.
2. Boom.
3. Kabel kerek.
4. Garis keruk.
5. Garis kerek.
6. Blok pulley penahan boom.
7. Blok Kerek Ember.
8. Garis tuang.
9. Rantai tarik.

Gambar 4-53 *Diagram kerja Dragline.*

UKURAN DRAGLINE

Ukuran besar kecilnya "Dragline" terletak pada ukuran isi ember keruknya yang pada umumnya serupa dengan ukuran pengeruk "Power Sho vel". Meskipun demikian, "Dragline" ini umumnya dilengkapi dengan bermacam-macam ukuran ember keruk yang disesuaikan dengan panjang dan pendeknya boom, serta jenis material yang dikerjakan. Makin panjang boom yang digunakan, makin berkurang pula besarnya ember keruk, sehingga cocok dengan kapasitas angkat mesin "Dragline".

Dalam praktek di lapangan, umumnya mesin pengangkat hanya mampu mengangkat 75% dari pada seluruh berat ember (berat ember keruk tambah material). Misalnya kapasitas angkat mesin 12.000 lb, maka daya angkat sebenarnya di lapangan hanya ¾ x 12.000 lb = 9.000 lb.

"Dragline" dengan boom panjang bertujuan agar radius keruk maupun buang bertambah jauh/besar, sedang "Dragline" dengan boom pendek bertujuan untuk memperbesar produksi serta memudahkan mengatasi pengerukan terhadap material-material yang sulit, misalnya material yang agak lengket atau agak keras.

"Dragline" mempunyai ember keruk yang bermacam-macam ukurannya, yaitu dari 1½ sampai 2½ cu yd. Tabel di bawah ini menunjukkan kapasitas, panjang boom, daya keruk dan sebagainya.

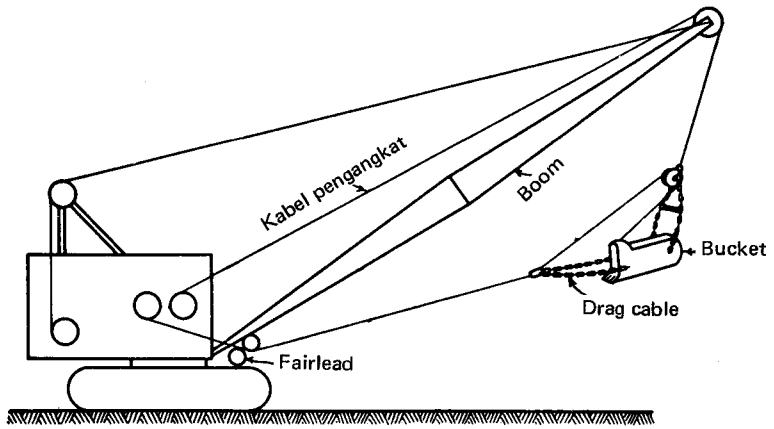
TABEL XII **Jenis Kemampuan Dragline Berdasarkan Panjang Boom.**

A. PANJANG BOOM 50 FT.						
1. Kapasitas (lb)	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
2. "Boom angle" (derajat).	20	25	30	35	40	45
3. Radius penuangan (ft)	55	50	50	45	45	40
4. Kedalaman maks penggalian (ft)	40	36	32	28	24	20
5. Tinggi penuangan (ft)	10	14	18	22	24	27
A. PANJANG BOOM 60 FT.						
1. Kapasitas (lb)	10.500	11.000	11.800	12.000	12.000	12.000
2. "Boom angle" (derajat).	20	25	30	35	40	45
3. Radius penuangan (ft)	65	60	55	55	52	50
4. Kedalaman maks. penggalian (ft)	40	36	32	28	24	20
5. Tinggi penuangan (ft)	13	18	22	26	31	35
C. PANAJNG BOOM 70 FT.						
1. Kapasitas (lb)	8.000	8.500	9.200	10.000	11.000	11.800
2. "Boom angle" (derajat).	20	25	30	35	40	45
3. Radius penuangan (ft)	75	73	70	65	60	55
4. Kedalam maks. penggalian (ft)	40	36	32	28	24	20
5. Tinggi penuangan (ft)	18	23	28	32	37	42
D. PANJANG BOOM 80 FT.						
1. Kapasitas (lb)	6.000	6.700	7.200	7.900	8.600	9.800
2. "Boom angle" (derajat).	20	25	30	35	40	45
3. Radius penuangan (ft)	75	73	70	65	60	55
4. Kedalaman maks. penggalian (ft)	40	36	32	28	24	20
5. Tinggi penuangan (ft)	18	23	28	32	37	42

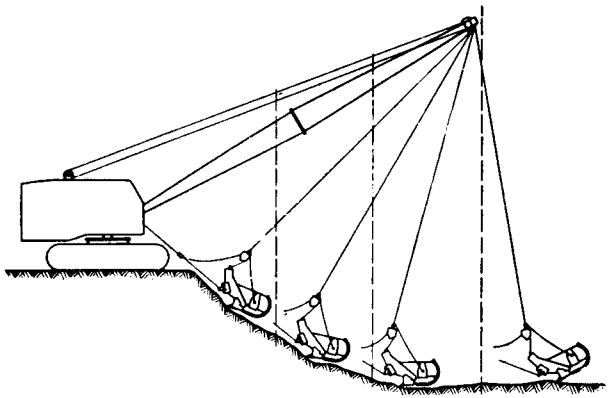
* Jangkauan penggalian tergantung pada kondisi kerja dan kemampuan operator.

DASAR OPERATOR KERJA DRAGLINE

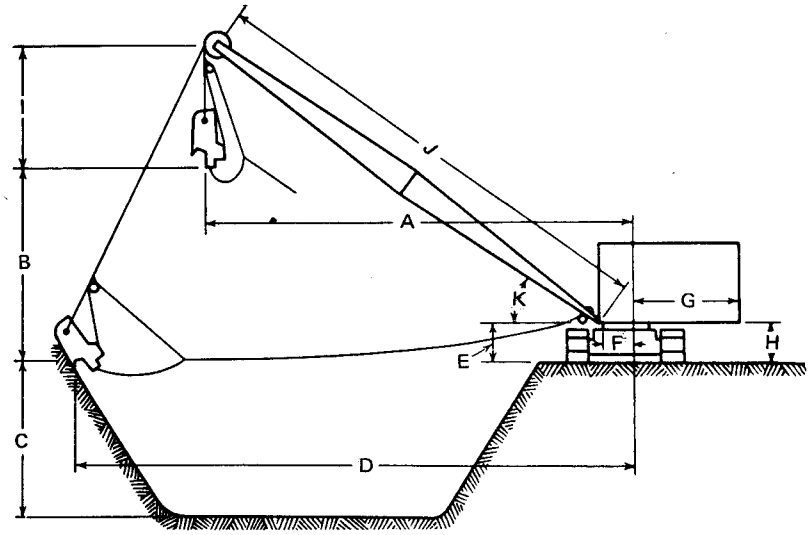
Boom diayunkan sehingga ember keruk tepat jatuh pada tempat yang akan dikeruk. Agar ember pengeruk tidak jatuh secara terhempas di tanah maka kabel penarik dan kabel penggerek dikendorkan secara perlahan-lahan. Setelah hampir rata dengan tanah, kabel ditarik ke arah mesin, dan sewaktu ditarik itu gigi ember pengeruk telah menancap ke tanah. Dengan demikian ember pengeruk akan penuh dengan tanah.



Gambar 4-54 *Bagian-bagian penting dari pada "Dragline".*



Gambar 4-55 *Daerah penggalian dari pada "Dragline"*



A.	Radius	G.	Leber Ruang mesin
B.	Tinggi Tuang.	H.	Tinggi Kabin dari tanah.
C.	Kedalaman Keruk Maksi.	I.	Tinggi gantung ember keruk dari pulley.
D.	Jangkau Keruk/Gali	J.	Panjang boom.
E.	Ujung Bawah Boom.	K.	Sudut boom.
F.	Separoh lebar/jarak sisi dalam Crawler.		

Gambar 4-56 *"Dragline - range Diagram"*

Untuk dapat mengeruk sebanyak mungkin maka kedalaman ember pengeruk dapat diatur dengan memberikan tekanan pada kabel pengerek. Setelah penuh, kabel penarik diatur sehingga memudahkan ember di kerek ke atas oleh kabel pengerek. Konstruksi ember pengeruk ini dibuat sedemikian rupa sehingga tanah kerukan mudah lepas sebelum diinginkan oleh operator. Biasanya sudut boom tetap terhadap badan, artinya boom tidak dinaik-turunkan. Besar sudut boom tersebut antara 25° dan 45°. Tabel menyatakan hasil kerja Dragline" dengan panjang boom 50 ft, dan sudut 20° – 45° dengan kapasitas rata-rata 12.000 lb per jam.

Ternyata makin panjang boom yang dipakai, makin menurun kapasitasnya. Makin besar sudut boom, ternyata makin kecil pula kemampuan mengeruknya. Kedalaman pengerukan diatur dari 20 ft sampai 40 ft.

Untuk membuang tanah hasil kerukan pada tempat yang diinginkan, operator cukup mengendorkan kabel penarik saja. Operator yang cukup berpenga-

laman dapat membuang tanah kerukan jauh dari badan "Dragline". Biasanya bila "Dragline digunakan sebagai alat muat, maka isi alat angkut adalah 5 – 6 kali isi ember pengeruknya.

KEDALAMAN PENGERUKAN

Produksi "Dragline" dapat mencapai optimum jika kedalaman pengerukan dari ember keruk diatur sedalam mungkin. Tabel di bawah ini menunjukkan produksi ideal suatu "Dragline" untuk berbagai jenis material.

TABEL XIII. Produksi Ideal Dari Dragline Dengan Boom Pendek (50 ft) Dalam cu yd/jam, Bank Measure.

Jenis material	Ukuran ember pengeruk (cu yd)								
	3/8	½	¾	1	1½	1½	1¾	2	2½
"Moist loam or	5,0	5,5	6,0	6,6	7,0	7,4	7,7	8,0	8,5
light sandy clay	70	95	130	160	195	200	245	265	305
Pasir dan	5,0	5,5	6,0	6,6	7,0	7,4	7,7	8,0	8,5
krikil	65	90	125	155	185	210	235	255	295
Tanah biasa	6,0	6,7	7,4	8,0	8,5	9,0	9,5	9,9	10,5
	55	75	105	135	165	190	210	230	265
Tanah liat, keras	7,3	8,0	8,7	9,3	10,0	10,7	11,3	11,8	12,3
dan liat	35	55	90	110	135	160	180	195	230
Tanah liat, basah	7,3	8,0	8,7	9,3	10,0	10,7	11,3	11,8	12,3
dan lengket	20	30	55	75	95	110	130	145	175

PRODUKSI DRAGLINE

Produksi yang dihasilkan oleh "Dragline" ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Jenis material yang dikeruk.
2. Kedalaman pengerukan.
3. Sudut putar boom.
4. Bentuk dan ukuran ember.
5. Panjang boom.
6. Kondisi medan kerja.
7. Kondisi tata-laksana.
8. Cara penempatan dan pembuangan atau pengisian ke truk.
9. Ukuran dan jumlah alat angkut.
10. Kemempuan operator.
11. Kondisi mesin.

Berikut ini adalah *contoh perhitungan* "Dragline". "Dragline dengan ember keruk yang isinya 2 cu yd. mengeruk tanah yang mengembang 25%". Tanah yang dikeruk rata-rata 2,4 cu yd. Produksi tanah yang dihasilkan adalah : (2,4 : 1,25) cu yd = 19,2 cu yd (B.M.). Jika setiap menit "Dragline" dapat melakukan 2 kali penuangan, maka besarnya produksi menjadi 2 x 1,92 cu yd/mnt = 3,84 cu yd per menit atau 230 cu yd per jam (dianggap efisiensi kerja 100%).

Tabel 13 menggambarkan produksi yang ideal dari "Dragline" dengan boom pendek untuk bermacam-macam material, pengerukan optimum, dan sudut putar boom 90° terus menerus. Misalnya ukuran ember 3/8 cu yd dan mengeruk lempung pasiran sedalam 5,0 ft, maka produksi idealnya per jam 70 cu yd.

Hubungan antara kedalaman pengerukan dan sudut putar boom terhadap produksi "Dragline" dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

TABEL XIV Pengaruh Kedalaman Pengerukan Dan Sudut Putar Terhadap Dragline.

% kedalaman optimum	Sudut putar, derajat							
	30	45	60	75	90	120	150	180
20	1,06	0,99	0,94	0,90	0,87	0,81	0,75	0,70
40	1,17	1,08	1,02	0,97	0,93	0,85	0,78	0,72
60	1,24	1,13	1,06	1,01	0,97	0,88	0,80	0,74
80	1,29	1,17	1,09	1,04	0,99	0,90	0,82	0,76
100	1,32	1,19	1,11	1,05	1,00	0,91	0,83	0,77
120	1,25	1,14	1,06	1,00	0,96	0,88	0,81	0,75
160	1,20	1,10	1,02	0,97	0,93	0,85	0,79	0,73
180	1,15	1,05	0,98	0,94	0,90	0,82	0,76	0,71
200	1,10	1,00	0,94	0,90	0,87	0,79	0,73	0,69

Contoh :

Sebuah "Dragline dengan boom pendek dan ember keruk 2 cu yd dipakai untuk mengeruk tanah lempung yang keras dan ulet. Kedalaman pengerukan dibuat 15,4 ft dan sudut boom 120°. Jika tidak ada pengaruh lain, maka % kedalaman optimum adalah : $\frac{15,4}{11,8} \times 100\% = 130\%$.

Angka 11,8 diperoleh dari Tabel 13.

Berdasarkan tabel 14, maka faktor koreksi dari 130% (dari 120 – 140) ke dalam optimum = $\frac{0,90 + 0,88}{2} = 0,89$

Produksi ideal "Dragline" dengan ember 2 cu yd adalah 195 cu yd. Maka dengan faktor koreksi 0,89 kemungkinan produksi per jamnya ialah = 0,89 x 195 cu yd = 173 cu yd.

PENGARUH KERJA DAN KONDISI TATALAKSANA TERHADAP PRODUKSI DRAGLINE.

Pengaruh kerja dan tata-laksana tersebut terdapat pula pada "Power Shovel". Ini dapat dilihat dalam tabel ––

PENGARUH UKUR EMBER DAN PANJANG BOOM TERHADAP PRODUKSI DRAGLINE.

Pemilihan terhadap ukuran dan bentuk ember "Dragline" harus tepat agar selain operasinya efisien, juga produksinya besar. Ember "Dragline" umumnya dibuat dalam 3 macam : ringan, sedang dan berat. Ketiga macam bentuk dan ukuran ember ini mempunyai sasaran pengerukan yang berbeda pula, yaitu :

a. *Ringan* –
cocok untuk material-material yang lunak dan mudah lepas. Misalnya lempung pasiran, pasir dan tanah pelapukan berpasir.

b. *Sedang*
cocok untuk lempung, serpih dan krikil.

c. *Berat*
cocok untuk mengupas tanah dalam tambang batuan hasil peledakan atau material-material yang keras dan kasar.

Ember keruk ini kadang-kadang diberi lubang-lubang (perforasi) agar air yang dikandung oleh material-material dapat ke luar. Tabel di bawah ini menyatakan hubungan antara berat dan ukuran ember dengan produksi "Dragline".

Ukuran normal ember "Dragline" sebenarnya didasarkan pada kapasitas keruk. Untuk memilih ukuran ember yang tepat, terlebih dahulu harus diketahui berat material yang dikerjakan per cu yd. Seandainya terpaksa harus memakai ember keruk yang besar maka sebaiknya jangan melakukan pengerukan maksimum. Sebab berat ember dan material-material yang dikeruk itu dapat melampaui kemampuan mesin.

Contoh :

Misalkan isi ember pengeruk 2 cu yd (tugas sedang). Material lepas yang dikerjakan beratnya 90 lb. per cu yd. Jika "Dragline" menggunakan boom yang

panjangnya 80 ft dan sudut putar 40°, maka beban pembuangan maksimum yang aman adalah 8.600 lb. (lihat tabel).

TABEL XV **Hubungan Berat dan Ukuran Ember Dengan Produksi "Dragline"**

Ukuran cu yd.	Kapasitas rata-rata	Ukuran ember, lb			Ukuran, inci		
		Tugas ringan	Tugas sedang	Tugas berat	Panjang	Lebar	Tinggi
3/8	11	760	880	–	35	28	20
½	17	1,275	1,460	2,100	40	36	23
¾	24	1,640	1,859	2,875	45	41	25
1	32	2,220	2,945	3,700	48	45	27
1½	39	2,410	3,300	4,260	49	45	31
1½	47	3,010	3,750	4,525	53	48	32
2	60	3,925	4,825	5,400	54	51	38
2½	67	4,100	5,350	6,250	56	53	39
2½	74	4,310	5,675	6,540	61	53	40
2¾	90	4,950	6,225	7,390	63	55	41
3	90	5,560	6,660	7,920	65	55	43

Perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Berat ember keruk = = 4.825 lb.
   Berat tanah dalam ember keruk = 60 x 90 lb = 5.400 lb.
   Berat seluruhnya = 10.225 lb.

   Beban maksimum yang aman = 8.600 lb. Ternyata beban yang aman terlampaui. Hal ini akan mempercepat kerusakan alat.

2. Ember keruk yang dipilih isinya 1½ cu yd.
   Berat ember keruk = 3750 lb.
   Berat ember dan tanah keruk = 47 x 90 lb = 4230 lb.
   Berat seluruhnya = 7980 lb.

   Ternyata masih di bawah beban maksimum yang aman.
   Jadi sebaiknya digunakan ember keruk 1½ = cu yd.

Jika menggunakan ember keruk yang isinya 2 cu yd, maka agar masih di bawah beban maksimum yang aman, sebaiknya dipilih boom yang lebih pendek yaitu 70 ft. Dengan boom yang pendek ini, berarti memperpendek "cycle time"

serta memperbesar kapasitas keruk. Perbandingan produksi antara "Dragline" yang boomnya 80 ft dan ember 1½ cu yd adalah sebagai berikut :

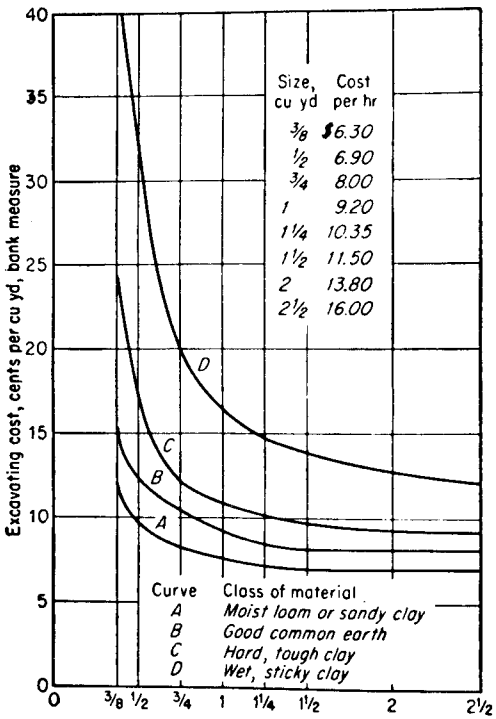
$$\text{Perbandingan produksi} = \frac{60}{47} \times 100\,\% = 127\%.$$

(Lihat kapasitas rata dalam Tabel).
Jadi penambahan produksi adalah 27%.

Dari contoh-contoh di atas jelaslah bahwa penentuan pilihan panjang boom dan isi ember sangat penting.

PENGARUH JENIS MATERIAL TERHADAP BEAYA PENGERUKAN TANAH

Jenis material yang dikerjakan berpengaruh terhadap beaya operasi mesin-mesinnya yang digunakan dan upah tenaga kerja. Tabel di bawah ini menyatakan hubungan antara jenis material dan ukuran ember dengan beaya



Gambar 4-56a ***Pengaruh jenis material dan ukuran ember terhadap beaya pengerukan.***

pengerukan tanah oleh "Dragline".

Contoh :

Bila untuk mengeruk "Good Common Earth" digunakan ember 1 cu yd, maka beaya operasi per jam $ 9,20

Produksi ideal per jam 135 cu yd.
Produksi nyata = 0,75 x 135 cu yd = 101 cu yd.

$$\text{Jadi beaya per cu yd} = \frac{\$\ 9{,}20 \text{ per jam}}{101} = \$\ 0{,}091/\text{cu yd. per-jam.}$$

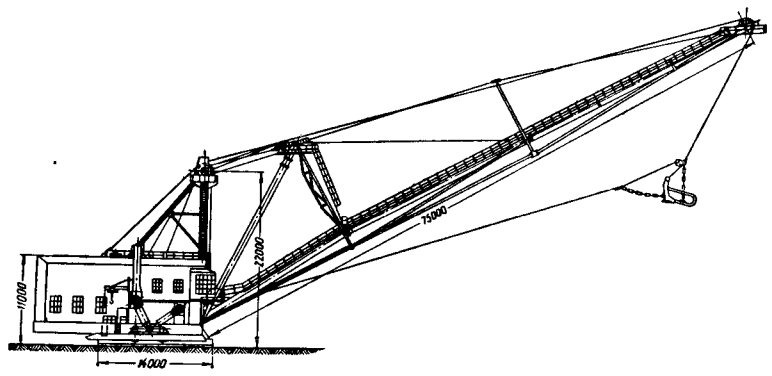
Dengan anggapan bahwa setiap mesin dapat beroperasi 2000 jam/tahun dengan efisiensi kerja rata-rata 75%, maka produksi nyata setiap jam ialah efisiensi kerja x produksi ideal (lihat Tabel).

2.2.1. "Walking drigline"

Bila dibandingkan dengan "Dragline" yang beroda rantai, maka jenis "Walking Dragline" ini mempunyai beberapa *keuntungan*, yaitu :

a. Pembuatannya lebih mudah.
b. Mudah dikemudikan.
c. Umumnya berukuran besar.
d. Boom lebih panjang.
e. Beban pada tanah injak rendah.
f. Daerah kerja lebih luas.

Karena jangkauannya panjang, maka "Dragline" jenis ini sangat cocok untuk: pembuatan bendungan, saluran-saluran, dan pemindahan tanah mekanis.



Gambar 4-57 *"Walking Dragline"*

Pengerukan dan pembuangan material dapat dilakukan secara teratur dalam satu rangkaian kerja. Dengan demikian mengurangi pemakaian alat angkut. Boom "Walking Dragline" lebih dari 200 ft. Tekanan pada tanah injak berkisar antara 4 sampai 10 psi, sehingga memungkinkan beroperasi dengan baik pada tanah yang lunak. Pada masing-masing mesin dilengkapi dengan sepatu ski. Sepatu ini dapat dinaik turunkan oleh alat eksentrik, sehingga beban mesin "Dragline" lebih banyak ditopang oleh sepasang sepatu tersebut.

Jika alat pengangkat itu secara teratur diputar, maka "Dragline" akan dapat berpindah tempat hingga beberapa kaki. Bila gerakan ini dikerjakan berulang-ulang, maka alat tersebut dapat mencapai tempat kerja baru. Pada waktu pindah lokasi kerja, sepasang sepatu tersebut terlihat menggantung di atas tanah.

Tabel di bawah ini menyatakan hubungan antara daya kerja, ukuran dan data lain dari "Walking Dragline".

TABEL XVI **Hubungan Daya Kerja, Ukuran dan Data Lain Dari Walking Dragline**

Panjang boom (ft)	**140**			**160**			**180**		
Beban maksimum yang diizinkan	**36.500**			**30.000**			**26.000**		
Ukuran ember (cu yd).	**7**			**6**			**5**		
Sudut dari pada boom (derajat)	25	30	35	25	30	35	25	30	35
Tinggi penuangan (ft)	51	61	71	60	73	84	70	84	97
Jangkauan penuangan (ft)	143	136	129	160	153	146	178	170	162
Jangkauan pengerukan dibawah titik boom (ft).	147	140	133	164	157	150	182	174	166
Kedalaman pengerukan, kondisi yang memungkinkan (ft).	96	85	74	108	95	82	125	110	95

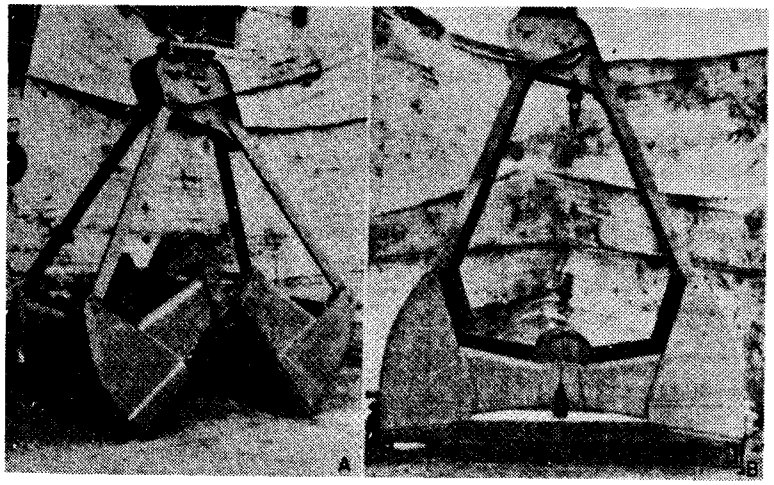
2.2.2. "Clamshell"

Alat ini sebetulnya "Dragline" pula, hanya ember pengeruknya diganti dengan "clamshell". Umumnya alat ini digunakan untuk mengerjakan material yang lepas, misalnya pasir, krikil, batubara, batu yang sudah dihancurkan dan lain-lainnya. Biasanya digunakan untuk mengeruk material dari tempat yang cekung seperti parit, saluran dan sebagainya. Juga cocok untuk mengangkat material secara tegak lurus ke atas dari tempat satu ke tempat lain, misalnya ke tempat "bin" ataupun tempat penuangan (charging hopper). Agar dapat mengangkat atau mengeruk secara maksimum kebanyakan boomnya panjang (crane boom).

"Clamshell" ukurannya bermacam-macam, sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Misalnya yang jenis besar cocok untuk tugas-tugas yang paling berat seperti pengerukan. Jenis yang ringan cocok untuk material lepas seperti pasir krikil. Untuk memudahkan pengerukan, pada ember pengeruk dipasang gigi yang mudah dilepas.

Kapasitas keruk "Clamshell" dinyatakan dalam cu yd. Kapasitas tersebut dapat dibedakan menjadi 2, ialah :

1. *Kapasitas secara permukaan air (water level)*, ialah kapasitas permukaan air ember "clamshell" dalam keadaan tergantung.



Gambar 4-58 *"Heavy duty digging bucket".*

2. *Kapasitas "pit-line or heaped measure"* ialah kapasitas maksimum dari ember. Dalam hal ini material yang ada dalam ember tersebut akan membentuk kerucut. Tinggi rendahnya kerucut tersebut tergantung pada :

- *Kebasahan material.*
  Makin basah materialnya, makin tinggi kerucutnya.
- *Kohesi*
  Jika kohesi ini makin besar, kerucutnya makin tinggi pula.

Ketinggian kerucut itu tertentu untuk masing-masing jenis material. Sudut kemiringannya dinamakan "angle for repose".

Di bawah ini disajikan gambar dari pada "clamshell" sedang mengisi "bin" (batching plat).

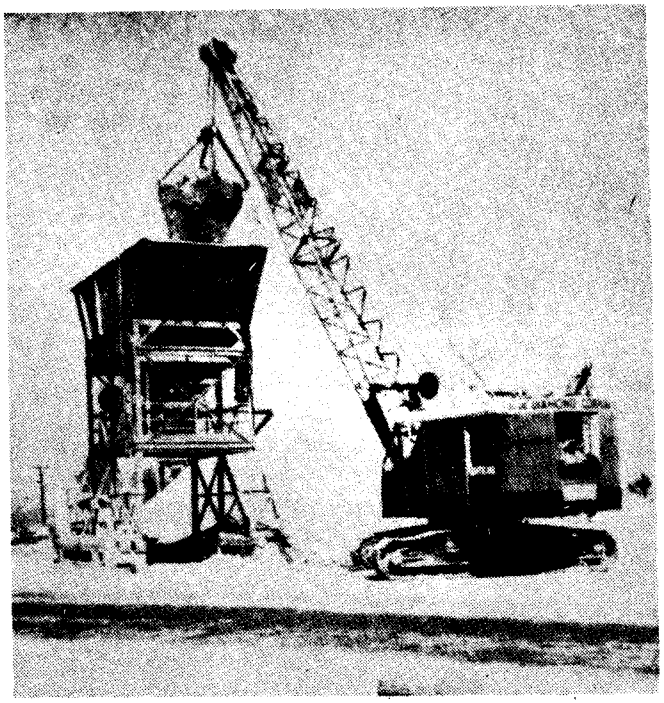
KAPASITAS PRODUKSI CLAMSHELL

Karena banyak faktor-faktor yang berpengaruh dalam operasi "Clam shell", maka sulit untuk menentukan kapasitas rata-ratanya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi ialah :

- Cara pengisian/pemuatan.
- Ketinggian pengerukan.
- Sudut putar.
- Cara penuangan pemuatan.
- Kemampuan operator.

Sebagai contoh dapat dikemukakan di sini bahwa waktu yang diperlukan



Çambar 4-59 *"Clamshell" sedang mengisi "bin".*

oleh "Clamshell" untuk menuang muatan dalam corong (hopper) lebih lama dibanding dengan penuangan ke tanah gundukan biasa.

Gambaran mengenai perkiraan kemungkinan produksi dari pada "Clamshell" adalah sebagai berikut :

Andaikan berat ember = 4.300 lb., untuk memindahkan bahan dari tempat gundukan (stockpile) ke corong. Letak corong 25 ft di atas permukaan tanah.
Ukuran ember = 1½ cu yd. Sudut putar = 90°. Banyaknya pasir yang tercecer sewaktu diangkat rata-rata = 48 cu yd. Kecepatan tarik dari pada "hoist cable" = 153 fpm (feet per minute).
Adapun *"cycle time"* nya adalah sebagai berikut :

- Waktu pengisian ember . . . . . 6 detik.
- Angkat dan putar sewaktu berisi . . . . . 10 detik.
- Menuangkan . . . . . 6 detik.
- Kembali berputar ke posisi semula . . . . 4 detik.
- Waktu yang hilang misalnya pada mempercepat atau memperlambat dan sebagainya . . . . . 4 detik.

Jumlah waktu = 30 detik.

$$\text{Banyaknya kegiatan per jam maksimum} = 60 \times \frac{60}{30} = 120.$$

$$\text{Volume maksimum per jam} = \frac{120 \times 48}{27} \text{ cu yd.} = 213 \text{ cu yd.}$$

Jika "Clamshell" tersebut beroperasi 45 menit setiap jamnya,

$$\text{maka produksinya} = \frac{45}{60} \times 213 \text{ cu yd.} = 159 \text{ cu yd.}$$

2.3. "Back Hoe".

Alat ini masih tergolong dalam jenis mesin pengeruk kelompok. "Power Shovel". Jenis-jenis "hoe" tersebut adalah : "Back-hoe", "Back shovel" dan "Pull shovel".

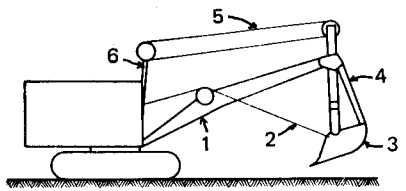
Bila diujung pengeruk "Power shovel" dipasang sekop (shovel), maka pada "hoe" dipasang ember pengeruk (hoe). Agar "hoe" itu dapat mengeruk lebih dalam lagi, maka pada batang dan ember pengeruk terdapat parit, saluran dan sebagainya, yang memerlukan ketepatan mengenai kedalamannya. Karena itu alat ini cocok untuk bekerja pada daerah yang tertutup. Karena ember pengeruk itu

langsung ditarik dari batang pengeruk, maka gigi pengeruknya lebih besar dari pada gigi pengeruk "Power Shovel".

Untuk mengeruk parit-parit atau saluran-saluran yang kemiringannya sesuai dengan kemiringan alam, "hoe" ini bila perlu diganti dengan mesin pengeruk jenis roda atau tangga (Wheel or ladder trenching machine). "Hoe" ini dapat menuang tanah kerukan bertumpuk-tumpuk tepat pada tempat yang diinginkan. Karena itu, untuk jenis pekerjaan tersebut di atas, "hoe" lebih disukai. Disamping itu beaya operasinya lebih murah.

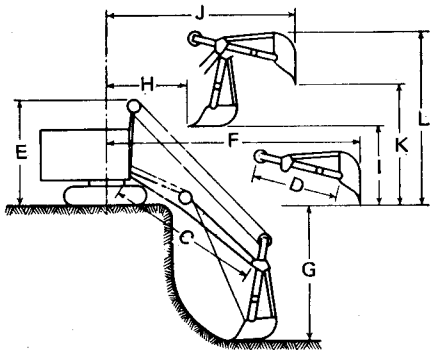
OPERASI KERJA HOE.

Agar ember pengeruk dapat digerakkan ke posisi seperti yang diinginkan oleh operator, maka sudut boom dapat diatur sehingga bentangan kabel tarik sesuai dengan mesin pengeruk maupun kabel ember pengeruknya.



1 = Boom
2 = Kabel
3 = Dipper
4 = Brace
5 = Kabel pengangkat
6 = Gantry.

Gambar 4-60 *Bagian-bagian "hoe".*



J. Tinggi Keruk
H. Jarak dipper terpendek.
E. Tinggi gantry dari tanah.
C Panjang boom
F. Jangkau keruk.
G. Kedalaman keruk.
D. Panjang tangkai keruk.
I. Tinggi ujung Dipper yang tumpul ketika turun.
K. Tinggi ujung Dipper yang tajam ketika terangkat.
L. Tinggi Dipper yang tumpul ketika terangkat.

Gambar 4-61 *Diagram kerja "hoe".*

Seperti pada alat-alat lainnya misalnya "Power Shovel", "Dragline" dan sebagainya, pada alat ini boom-nya dapat dinaikkan-turunkan melalui kabel penarik sehingga gigi-gigi pengeruk sampai menyentuh tanah. Bila ember telah penuh dengan tanah kerukan, maka ember tersebut ditarik oleh kabel penarik ke atas, kemudian diputar sampai ke tempat penuangan dan barulah tanah kerukan itu dituangkan. Pada gambar no. 59 ditunjukkan diagram operasi kerja "hoe" serta ukuran dan kemampuan-kemampuannya. Ukuran lebar ember pengeruk bermacam-macam.

KAPASITAS PRODUKSI

"Jika "hoe" mengeruk sampai kedalaman yang sedang saja, maka hasilnya akan sama dengan hasil dari pada "Power Shovel", dengan catatan asal jenis material dan ukuran ember pengeruk sama. Semakin dalam pengerukan, semakin besar pula produksi "hoe". Alat ini akan lebih efektif bila sudut yang dibentuk oleh posisi batang pengeruk dan boom tepat. Produksi terbesar akan diperoleh, bila pengerukan itu berlangsung dekat mesin. Ini disebabkan oleh berkurangnya "cycle time".

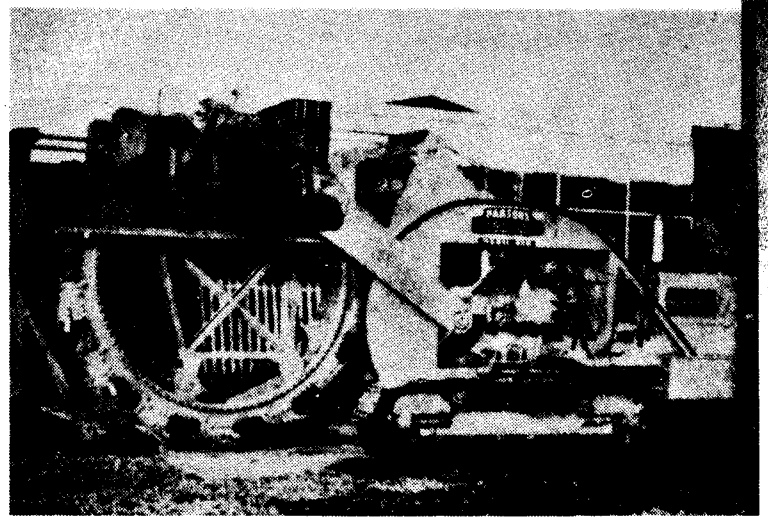
TABEL XVII **Ukuran dan "Clearence" Hoe.**

Ukuran pengeruk (cu yd)	Panjang boom (ft)	Panjang batang pengeruk (ft)	Jari-jari maks. pengerukan (ft)	Kedalaman maks.pengerukan (ft)	Jari-jari pada		Clearence" (ft) di bawah pengeruk	
					awal penuangan (ft)	akhir penuangan (ft)	awal penuangan (ft)	akhir penuangan (ft)
3/8	14-15	6- 8	21-25	11-12	8-10	17-18	9-10	15-17
½	16-17	6- 8	26-27	15-18	8-10	19-22	9-11	15-18
¾	16-20	7- 9	28-33	17-22	8-13	20-27	10-12	16-22
1	18-21	8-10	30-34	20-23	9-11	22-26	12-14	18-21
1½	22-26	9-11	36-42	25-28	13-15	28-32	14-16	27-30
1¾	24-27	9-12	38-43	26-29	14-16	29-33	15-17	28-31

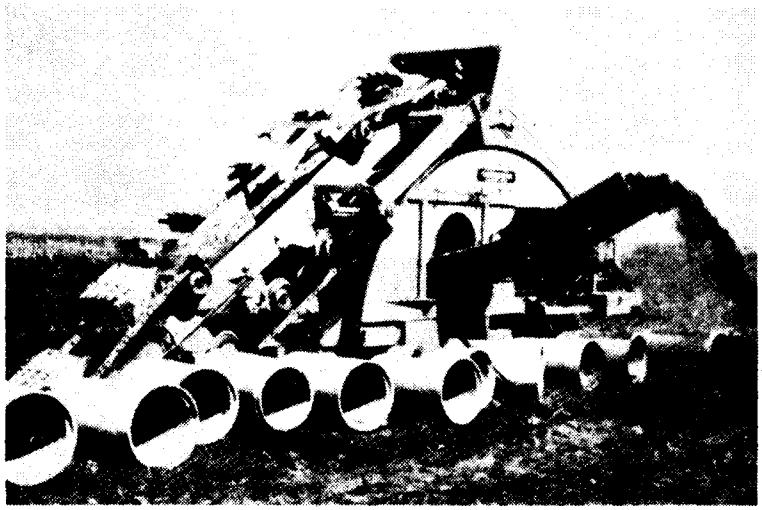
2.4. Mesin Parit (Trenching Machine)

Alat ini diberi nama mesin-parit, karena di samping alat tersebut ada pula alat lain seperti "Sheel and Ladder type machine" yang prinsip kerjanya juga sama dengan mesin parit ini. Sesuai dengan namanya maka alat tersebut cocok untuk membuat saluran air, pemasangan pipa-pipa gas dan minyak bumi, kabel-kabel tilpon, saluran-saluran penisiran (drainage) atau pengkerukan-pengkerukan.

Mesin parit dapat membuat saluran dengan mudah dan cepat. Kedalaman serta lebar saluran dapat dibuat dengan cermat.



Gambar 4-62 *"Wheel type tranching machine".*



Gambar 4-63 *"Ladder type tranching machine".*

Dengan demikian alat ini tidak memerlukan bantuan alat lain. Selain tanah (soil), mesin parit dapat pula diterapkan pada batuan yang kekerasannya sedang.

Ukuran ember keruk dari mesin parit itu bermacam-macam dan kebanyakan beroda rantai. Jenis "Wheel type tranching machine" seperti yang terlihat pada gambar no. 60 mampu mengeruk sampai kedalaman 2,4 m dan lebar antara 0,3 – 1,5 meter. Kecepatan putar roda keruknya = 25 rpm atau lebih. Pengaturan rpm ini disesuaikan dengan kondisi pekerjaannya.

Mesin parit terdiri atas tenaga penggerak roda yang telah dipasangi ember-ember pengeruk beserta gigi-gigi pemotongannya. Kadang-kadang bila diperlukan, ember-ember itu dilengakpi pula dengan pemotong samping (side cutter) dengan maksud untuk memperlebar pengerukan.

Cara kerja dari mesin parit adalah sebagai berikut :

- Roda pengeruk diturunkan perlahan-lahan sampai kedalaman yang diinginkan.
- Roda pengeruk digerakkan. Dengan demikian ember pengeruk akan memulai bekerja.
- Hasil kerukan dituangkan ke ban berjalan untuk selanjutnya diteruskan ke sisi parit.

TABEL XVIII **Spesifikasi "Wheel Type Trenching Machine".**

Kedalaman maks. parit (ft)	Lebar parit (inch)	Tenaga mesin (hp)	Berat rata-rata (lb)	Kecepatan roda (fpm)	Kecepatan jangkauan (mph)	Kecepatan pengerukan (fpm)
5,5	15-18 -21 20-23 -26	15	15.000	6.266	0,5-2,7	02-1,0
6,0	16-18 -20 20-22 -24 24-26 -28	7	16.500	53-410	0,16-4,6	2,8-4,5
8,5	28-30 40-51	120	62.000	243	1,9	1,3-34,0

PERPUSTAKAAN WILAYAH
Jl. Wolter Monginsidi 68
SURABAYA

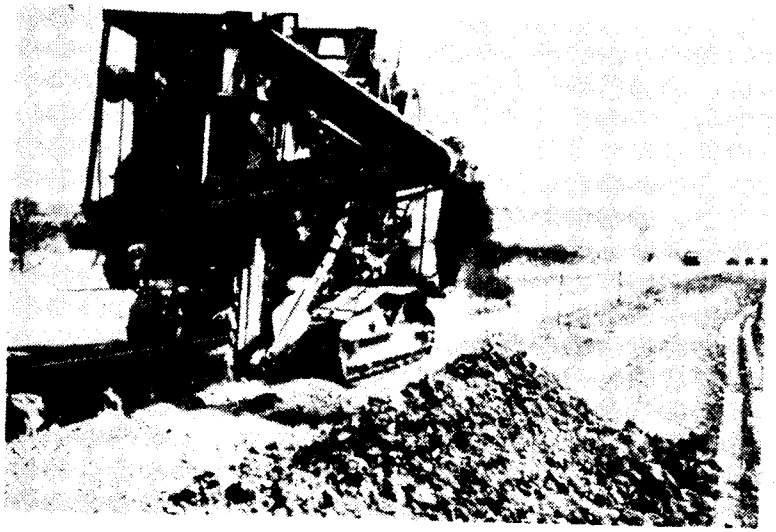
MESIN PARIT JENIS TANGGA (LADDER TYPE TRANCHING MACHINE).

Alat ini terdiri atas sebuah tangga tempat ember-ember pengeruk atau mata rantai yang biasanya dilengkapi boom dengan berbagai macam ukurannya. Dengan mengatur panjang tangga, alat tersebut dapat mengeruk sampai kedalaman 9 m atau lebih dengan lebar 3,6 m. Dengan demikian, untuk mengeruk sampai kedalaman tertentu, tidak diperlukan bermacam-macam mesin. Kecepatan keruknya 30 fpm atau lebih, sesuai dengan kebutuhan.

Bagian-bagian dari pada mesin ialah : rantai yang bergerak sepanjang boom, yaitu tempat dikaitkannya ember-ember pengeruk beserta *gigi-gigi* pemotongnya. Untuk menambah lebar parit, dapat ditambahkan pemotong *samping* pula.

Tanah kerukan dibawa ke atas oleh ember-ember pengeruk untuk selanjutnya dituangkan ke ban berjalan yang kemudian diteruskan ke sisi parit. Bila mesin itu bergerak di atas tanah yang tidak rata, maka perlu diatur kedalaman pengerukannya. Salah satu dari mesin jenis tangga ini mempunyai boom tegak seperti terlihat dalam gambar no. 62.

Mesin ini dilengkapi dengan 7 macam boom yang berbeda-beda ukurannya. Kedalaman pengerukannya antara 1,2 – 2,5 m. Lebar antara 0,3 m – 0,6 m. Di bawah ini disajikan Table spesifikasi mesin parit jenis tangga.



Gambar 4-64 *Mesin parit dengan boom tegak (Vertical boom tranching machine).*

TABEL XIX **Spesifikasi Mesin Parit Jenis Tangga**

Kedalaman maks.parit (ft)	Lebar parit (inch)	Tenaga mesin (hp)	Berat rata-rata (lb)	Kecepatan ember (fpm)	"Travel speed" (mph)	Kecepatan pengerukan (fpm)
4	6-8	47	6.600	245-538	0,7-3,4	2,2-21,8
8,5	16-36	55	23.000	96-225	1,4-3,2	0,5-13,8
12,5	16-42	74	29.500	135-542	1,4-3,2	0,3-9,7
15	18-54	90	40.000	103-160	1,7	0,7-15,5

Agar mesin sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dihadapi, sebaiknya diteliti terlebih dahulu menenai spesifikasinya. Suatu mesin tertentu dapat digunakan untuk menggali parit yang berbeda-beda lebarnya, yaitu dengan menggunakan ember pengeruk yang lebarnya berbeda-beda pula. Di samping itu alat pemotong sampingnya juga dapat disetel. Dalam Tabel no. 19 dapat dibaca bahwa jenis mesin parit ini mempunyai kelonggaran (clearence) ukuran, baik kedalaman maupun lebar parit.

Mesin parit kurang cocok untuk menghadapi tanah yang basah serta tidak stabil. Tanah tersebut, bila sudah merupakan material lepas sesudah dikeruk, akan mudah meluncur ke bawah dan masuk kedalam parit kembali. Untuk mengatasi hal tersebut, maka ada cara tersendiri dalam teknik pengerukannya. Parit-parit yang tanahnya seperti tersebut di atas, kedua tepinya harus dibuat tanggul yang diperkuat dengan kayu atau baja. Dengan cara demikian pengerukan selanjutnya dapat dilakukan dengan "clamshell".

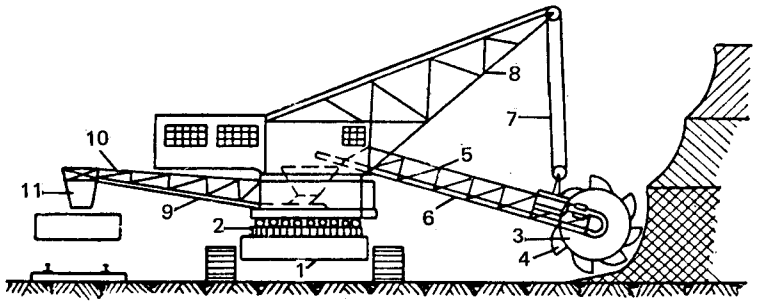
Untuk membuat parit dengan ukuran panjang 7,2 m (24 ft) dan lebar 3 m (10 ft), dalam tanah yang keras, cukup diperlukan penopang-penopang saja agar tanahnya tidak longsor. Untuk kegiatan ini dapat digunakan mesin parit jenis tangga yang sudah dilengkapi dengan ban berjalan. Dalam kegiatan pengerukan tersebut di atas, luas penampang parit = 10 x 24 ft persegi = 240 ft persegi. Bila faktor kembang = 30%, maka penampang areal gundukan = 240 x 1,3 ft persegi = 312 ft persegi.

2.5. "Bucket Wheel Excavator

Salah satu "Rock Excavator" yang banyak digunakan di Indonesia adalah "Bucket Wheel Excavator". Karena sifat kerjanya mengeruk, maka alat ini dinamakan pula Kapal Keruk Daratan (Land Dredger). Di Indonesia alat ini untuk pertama kalinya digunakan di TABA (Tambang Arang Bukit Asam) pada tahun 1957, yang didatangkan dari Jerman Barat.

CARA PEMILIHAN ALAT UNTUK PENGERUKAN PARIT

Cara menentukan pilihan peralatan yang akan digunakan untuk pengerukan parit tergantung pada kondisi dan program kerja yang akan dilaksanakan. Misalnya : kedalaman dan lebar parit, jenis tanah, lebar jalan untuk kerukan yang akan diambil dan jenis-jenis peralatan lain yang tersedia. Untuk membuat parit yang sempit dan dangkal pada batuan yang keras, cukup digunakan mesin keruk jenis roda. Untuk tahan lunak atau yang jenuh air, sebaiknya digunakan "Dragline", "hoe" atau "clamshell" dengan catatan kemiringan lerengnya kecil. Bila diperlukan dinding penyangga agar tanah tidak longsor, maka sebaiknya digunakan "clamshell" saja.



1. Rangka bawah.
2. Pemutar.
3. Roda keruk.
4. Mangkok keruk.
5. Jib.
6. Ban berjalan. (depan)
7. Kabel gantung.
8. Menara gantung.
9. Ban berjalan (belakang)
10. Bandar (talang buang).
11. Corong (chute).

Gambar 4-65 *"Bucket Wheel Excavator"*

"Bucket Wheel Excavator" ini termasuk jenis LMG dengan berat 304,5 ton, tinggi 20,6 m, diameter "operating Wheelnya 5,2 m, menggunakan listrik dengan tegangan 6.000 Volt dan kapasitas produksinya 500 m^3/jam. "Bucket Wheel Excavator" dilengkapi pula dengan ban berjalan (belt conveyor) yang lebarnya 1.000 1.000 mm. Isi tiap mangkok = ¼ m^3. Badan "Bucket Wheel Excavator" dapat berputar sampai 270° ke kanan atau ke kkri. Badan ini menumpang bagian rangka bawah yang dilengkapi dengan roda rantai. Badan "Bucket Wheel Excavator" dilengkapi dengan rangka panjang mirip lengan. Yang menjulang ke atas disebut boom, yang ke depan disebut lengan depan dan yang ke belakang disebut lengan belakang (cantilever). Pada lengan depan dipasang roda pengeruk yang dilengkapi

dengan 7 atau 8 buah mangkuk keruk yang dapat dipasang bolak-balik. Untuk mengangkat lengan depan yang berat ini dipasang kabel penggantung yang dikaitkan pada boom. Dengan demikian lengan depan ini dapat dinaikturunkan sesuai dengan bidang lapisan yang dikeruk.

Pemasangan mangkok keruk dapat di bawah maupun di atas jalanan (track). Untuk pengerukan ke samping kiri atau kanan sampai 135°, badan "Bucket Wheel Excavator" harus diputar terlebih dahulu. Hasil kerukan yang turut berputar dengan mangkuk lalu dituangkan ke ban berjalan. Ban berjalan yang dipasang pada lengan depan ini panjangnya 110 m. Di belakang dan berjalan tersebut dipasang corong penampung (hopper). Di bawah corong penampang ini dipasang pula ban berjalan yang bergerak ke belakang. Dengan demikian tanah kerukan yang diterima dari corong penampang tadi diteruskan dan dibuang ke belakang melalui lengan belakang. Di bawah lengan belakang ini diletakkan alat angkat yang dapat berupa lori, "dump truck" ataupun ban berjalan pula.

Hasil kerukan "Bucket excavator" ini rata, sehingga merupakan jalanan yang baik bagi lalu-lintas kendaraan lain. "Bucket Wheel Excavator sangat cocok untuk pengupasan tanah penutup atau lapisan bahan galian yang lunak, gembur serta kering dan mudah lepas. Di TABA, alat tersebut digunakan untuk mengeruk lapisan batubara muda.

"Bucket Wheel Excavator" dapat dibongkar dan dipasang kembali. Pemindahan bagian-bagian "Bucket Wheel Excavator" tersebut dengan menggunakan "Trailer".

2.6. Kapal Keruk (Dredge).

Alat ini cocok untuk mengeruk dasar danau, delta, sungai, pantai dan lautan dangkal. Pengerukan aluvial oleh kapal keruk untuk pertama kalinya dilakukan sekitar tahun 1882 di New Zealand. Di Amerika Serikat, pada tahun 1898 untuk pertama kalinya, kapal keruk digunakan untuk mengeruk pasir emas di Oroville dengan hasil yang memuaskan. Sejak saat itu pemakaian kapal keruk meluas pada tambang placer. Kapal keruk yang ada pada saat ini dapat digunakan untuk mengeruk sampai kedalaman 135 ft di bawah permukaan air.

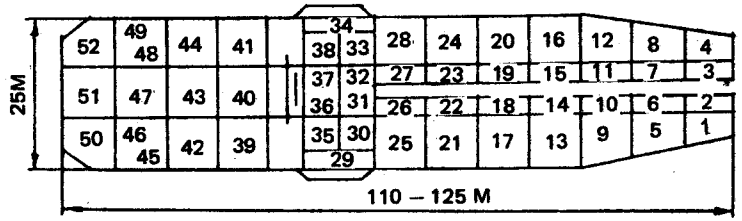
BAGIAN-BAGIAN KAPAL KERUK

Ada dua bagian instalasi utama, yaitu :

1. Badan Kapal Keruk (Ponton)
2. Instalasi Keruk

2.6.1. Badan kapal keruk

Badan kapal keruk ini dibuat dari plat besi yang dibuat berongga-rongga atau kamar-kamar, satu dengan lainnya terpisah secara rapat atau kedap air. Jumlah kamar sampai 52 buah.



Gambar 4-66 ***Badan kapal keruk dengan 52 kamar.***

Untuk memudahkan pengawasan, maka kamar-kamar tersebut diberi nomor-nomor. Sebagai contoh adalah sebagai berikut:

1. Deretan kamar sebelah kiri bernomor 8, 12, 16, 20, 24, 28, 41, 44 dan 52. Deretan sebelah tengah bernomor 40, 43, 47 dan 51. Deretan ini berfungsi sebagai *tangki lensa* dan *pengapung utama.*
   Deretan kamar sebelah kanan yang berfungsi seperti *kamar-kamar* sebelah kiri tersebut bernomor, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 39, 42 dan 50.
2. Deretan kamar sebelah kiri bernomor 3, 7, 11, 15, 19, 23 dan 27. Deretan sebelah kanan 2, 6, 10, 14, 18, 22 dan 27.
   Deretan ruang ini berfungsi sebagai *tangki penyelamat* bila sewaktu-waktu tertimpa benda keras dari tangga keruk. Tangki ini berfungsi pula sebagai *pengapung.*
3. Deretan kamar sebelah kiri bernomor 4, 48, 49, dan deretan kamar sebelah kanan 1, 45 dan 46.
   Deretan kamar ini berfungsi sebagai *tangki keseimbangan* dengan cara melakukan pengurangan atau pengisian air. Tangki-tangki tersebut berfungsi pula sebagai *pengapung.*
4. Deretan sebelah kiri bernomor 33 dan 38. Deretan sebelah kanan bernomor 30 dan 35.
   Deretan kamar ini berfungsi sebagai *tangki persediaan bahan bakar, tangki keseimbangan* serta *pengapung.*
5. Deretan kamar tengah bernomor 31, 32, 36 dan 37.
   Deretan kamar ini berfungsi *tangki air tawar* untuk pendinginan mesin dan alat-alat gerak.
6. Deretan kamar sebelah kiri bernomor 34 dan kamar sebelah kanan bernomor 29.
   Deretan kamar ini berfungsi sebagai *tangki pelindung.*

Karena ponton ini tidak diberi mesin penggerak, maka dilengakpi dengan kabel (kawat) penggulung/pembentang. Pada haluan ponton terdapat 3 utas kabel dan pada buritan juga 3 utas. Untuk membentang atau menggulung kabel tersebut, porton dilengkapi dengan mesin-mesin penggulung pada setiap kabel. Gerak maju mundur dari badan kapal dapat diatur dengan menggulung kabel itu dengan menggunakan mesin penggulung. Kabel haluan biasanya diberi tanda satuan panjang sehingga setiap kemajuan kapal keruk dapat diketahui.

2.6.2. Mesin Keruk

Instalasi keruk terdiri atas :

1. Tangga keruk (ladder).
2. Rantai gantungan mangkuk keruk.
3. Roda pembalik bawah (lower tumbler).
4. Roda pembalik atas (upper tumbler).
5. Corong tuang (hopper).
6. Tiang penggantung/penahan tangga (bow gantry).
7. Rantai mangkuk keruk.
8. Mesin penggerak.
9. Instalasi pencucian.

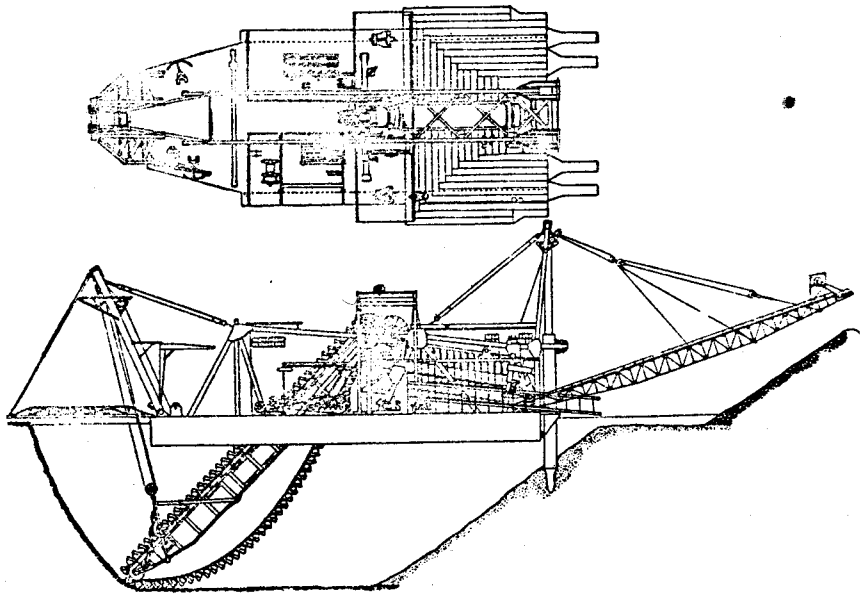
Tangga keruk dapat dinaik-turunkan oleh kabel-kabel tiang penahan. Posisi tangga keruk terhadap badan kapal antara 45° – 60°. Mangkuk keruk berbentuk cekung seperti pinggan. Di bawah ada 2 buah lubang pen penggantung rantai. Bibir mangkuk keruk dibuat dari lapisan baja Mn yang keras dan dapat dilepas atau dipasang kembali bila rusak. Ukuran isi mangkuk jenis kecil sampai sedang ialah 1½ cu ft. Jenis yang besar berukuran 3 – 5 – 6 – 7½ – 9 – 10 – 13½ – 15 dan 18 cu ft.

Jumlah mangkuk keruk pada tiap jenis berbeda, yaitu antara 100 – 130 buah. Berat mangkuk keruk antara 1,35 – 2½ ton. Kecepatan putar rata-rata mangkuk keruk antara 20 sampai 30 buah per menit.

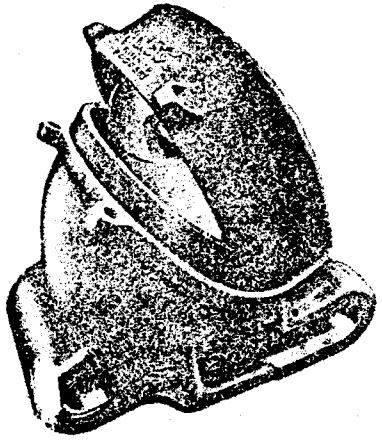
Mesin penggerak *mangkuk keruk* bertenaga :

- 159 hp untuk mangkuk yang ukurannya kurang dari 9 cu ft.
- 567 hp untuk mangkuk yang ukurannya 9 cu ft.
- 1800 – 2000 hp untuk mangkuk yang ukurannya 18 cu ft.

Di samping bibir mangkuk, maka pen mangkuk juga cepat aus. Pen ini merupakan sumbu taut mangkuk dengan rantai. Akibat berat mangkuk dan tanah keruk yang berputar pada sumbunya, maka lama kelamaan pen menjadi aus, sehingga memerlukan reparasi pula.



Gambar 4-67 *Instalasi keruk.*



Gambar 4-68 *Mangkuk keruk.*

Rantai tempat gantungan mangkuk-mangkuk keruk berputar searah jarum jam melalui roda pembalik bawah dan roda pembalik atas. Kedua roda pembalik ini berbentuk segi enam, sehingga setiap gerakan putar mangkuk keruk dapat teratur dan tepat. Yakni ketika di bawah tepat pada posisi mengeruk, dan ketika di puncak tepat pada posisi menuang.

Roda pembalik masing-masing dipasang pada ujung tangga keruk tepat di tengah-tengah, sehingga jalannya rantai keruk tidak goyang. Pembalikan roda ini diatur oleh mesin yang berkekutan 400 hp. Untuk derek tangga keruk digunakan mesin 175 hp. Untuk "lier" pusat digunakan 200 hp, serta pa 100 hp dan cadangan 250 hp.

TANGGA DAN ROL-ROL PENGHANTAR

Tangga merupakan salah satu perlengkapan kapal keruk yang dapat dinaik-turunkan oleh derek dengan diatur oleh "lier" pusat. Tangga dikaitkan pada tiang di-mana dipasang juga roda pembalik atas, perlengkapan-perlengkapan lain dan penggeraknya. Rol-rol penggerak ini dipasang melintang pada tangga untuk melicinkan jalannya rantai gantungan mangkuk-mangkuk keruk yang berputar dari bawah ke atas.

Jelasnya *rantai* tersebut berfungsi sebagai :

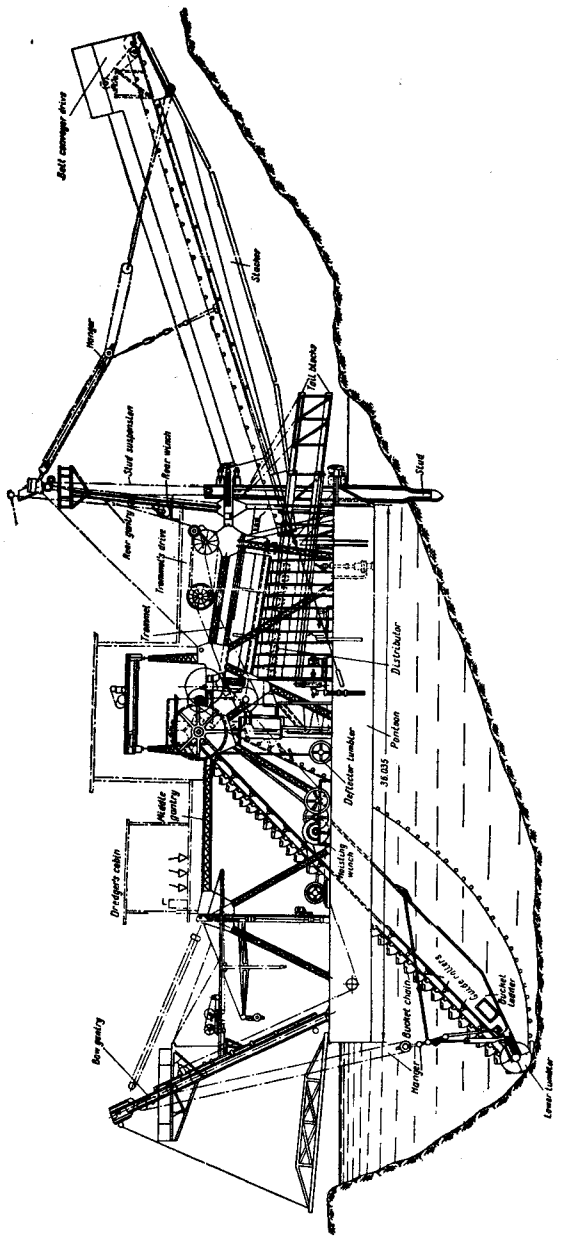
a. Tempat gantungan mangkuk-mangkuk keruk yang jumlahnya lebih dari 100 buah.
b. Mengurangi geseran mangkuk-mangkuk keruk pada tangga.
c. Melicinkan dan meluruskan jalannya mangkuk-mangkuk keruk, terutama ketika mangkuk-mangkuk keruk bergerak ke atas, sambil jalannya oleng ke kanan dan ke kiri.

Akibat geseran, bagian mangkuk-mangkuk keruk yang berat akan cepat aus, misalnya pen, lensa, rantai tangga dan sebagainya. Ini menyebabkan beban derek gantungan menjadi lebih besar. Ukuran tangga disesuaikan dengan ukuran/kapasitas mangkuk keruk. Kecuali untuk tempat rantai dan mangkuk-mangkuk keruk, tangga ini juga berfungsi sebagai batang penekan, sewaktu sedang mengeruk. Artinya tangga ini juga menentukan kedalaman pengerukan.

Untuk pengerukan di laut, kedudukan tangga dan kedalaman pengerukan selalu disesuaikan dengan pasang surutnya air laut. Biasanya pasang surut tersebut sudah tertentu waktunya.

Ketika pengerukan, kecuali kedalaman, juga sudut antara tangga dan badan kapal harus pula diperhatikan. Sebab jika tidak tepat dan hati-hati, maka selain menyulitkan proses pengerukan, juga dapat menimbulkan bahaya. Misalnya kapal keruk dapat terbalik bila ada ombak. Dengan demikian, panjang tangga ditentukan oleh kedalaman pengerukan dan sudut antara tangga dengan badan kapal.

Untuk tangga yang panjangnya 64,8 m (216 ft) dan sudut antara tangga de-



Gambar 4-69 Roda pembalik.

ngan badan kapal = 45°, kedalaman pengerukan di bawah permukaan air = ½V2 x 64,8 m = 37,2 m (124 ft). Jumlah mangkuk keruk selain harus disesuaikan dengan besarnya kabel keruk juga dengan panuang tangganya.

Karena mangkuk-mangkuk keruk itu menggantung pada rantai, maka makin lama rantai tersebut akan bertambah panjang. Akibatnya, sewaktu rantau itu mendekati ujung tangga dari roda pembalik bawah, maka letak mangkuknya agak jauh ke bawah karena kendor. Salah satu cara untuk mengatasi hal ini antara lain dengan mengurangi banyaknya mangkuk keruk. Sebab bila dibiarkan saja, setelah sampai bawah mangkuk-mangkuk keruk tersebut akan jatuh di luar rol. Dengan demikian kedudukan mangkuk keruk akan bergeser. Akibat yang lebih parah lagi ialah patahnya pen.

Tabel di bawah ini merupakan pedoman penentuan jarak tikungan bawah kapal keruk di UPT Bangka Belitung.

TABEL XX Pedoman Penentuan Jarak Tikungan Bawah

No.	Kapal keruk	Minimum			Normal		Maksimum	
		L	P	HT	P	HT	P	HT
1.	Sungailiat	56000	5072	9032	5695	9655	6222	10182
2.	Toboali	36880	4178	5948	4589	6359	4935	6705
3.	Surabaya	36880	4178	5948	4589	6359	4935	6705
4.	Klanci	38600	4091	6226	4500	6655	4966	6081
5.	Plaban	38000	4371	6129	4793	6551	5151	6909
6.	Rambat	38700	4432	6242	4862	6672	5226	7036

Keterangan :

P = tikungan bawah (jarak antara bidang/lintasan mangkuk keruk dengan tangga) (m).
L = Panjang rantai mula-mula (m).
HT = Jarak poros tangga dengan bidang lintasan mangkuk keruk (m).

Sebagai gambaran akan *kedalaman keruk* adalah sebagai berikut:

Sebuah kapal keruk dengan panjang tangganya = 58,5 m sampai 64,8 m (195 ft sampai 216 ft), jumlah mangkuk keruk = 126 buah a 2½ ton, mampu mengeruk sampai kedalaman 33,6 m (112 ft).

Tiang penahan, selain merupakan tempat bersandarnya ujung tangga dan tempat roda pembalik, juga tempat dipasangnya corong (hopper). Corong ini dibuat dari baja dan bentuknya seperti kerucut terbalik. Corong tersebut, yang

letaknya dekat ujung tangga, dinamakan corong utama (main hopper). Setelah lewat roda pembalik atas, mangkuk-mangkuk keruk yang telah penuh dengan hasil kerukan, akan membalik dan menuangkan hasil pengerukan ke dalam corong. Di bawah corong dipasang alat saringan kasar (grizzly) dan saringan (screen) lain. Di bawah saringan ditempatkan talang (sluice). Pada corong dan talang ditempatkan kran penyemprot air. *Gunanya semprotan air* tersebut ialah :

- membersihkan bijih dari kotoran-kotoran yang melekat padanya.
- menghancurkan bongkah-bongkahan, sehingga bentuk dan ukuran calon konsentrat sesuai dengan lubang-lubang saringan.

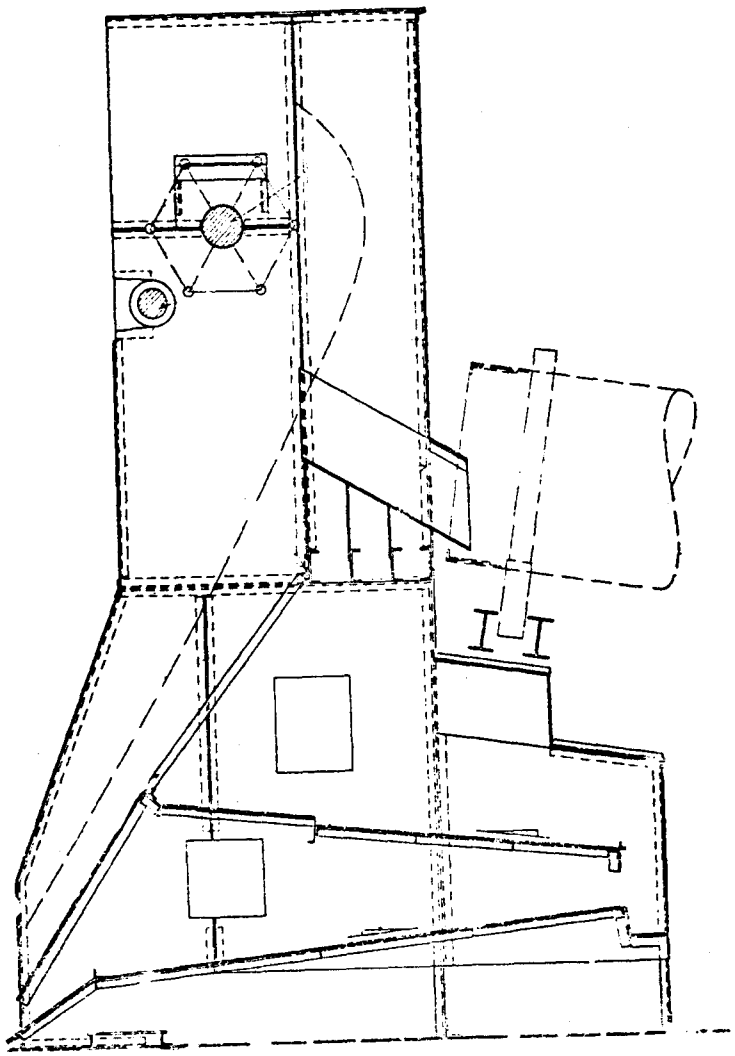
Pada talang dipasang palang-palang (rifles) secara rapi dan teratur. Karena umumnya berat jenis bijih lebih besar dari pada berat jenis kotoran, maka bijih tersebut akan mengendap pada palang-palang sedangkan kotorannya akan terus hanyut.

Kapal keruk yang dipakai pada UPT Bangka dan Belitung, selain memakai parit-parit talang, juga menggunakan saringan putar (revolving screen). Saringan putar ini terdiri atas 2 atau 3 tabung yang disusun berlapis dan dibuat dari plat baja serta berlubang-lubang. Fungsi lubang-lubang tersebut ialah sebagai saringan. Besarnya lubang-lubang saringan tiap-tiap tabung tidak sama. Tabung paling dalam lubang saringannya besar, sedang tabung terluar lubang-lubangnya paling kecil. Saringan putar bentuknya tirus dengan kemiringan 1 : 12. Pada ujung masuk saringan dipasang kran penyemprot air. Selain itu dipasang pula pipa-pipa berlubang dengan arahnya memanjang dan sejajar dengan poros saringan, sehingga penyemprotan air dalam tabung dapat merata. Pada ujung saringan dipasang pula bandar kotoran (tailing launder). Melalui bandar itu kotoran hasil pencucian dibuang ke belakang kapal keruk.

Fungsi semprotan air ialah :

1. Mencegah agar lubang-lubang saringan jangan sampai tersumbat.
2. Material yang disaring dapat tertahan lebih lama, sehingga sempat turut berputar dalam saringan.
3. Menghancurkan bongkah-bongkah yang keras.
4. Membuat material menjadi bubur (pulp), sehingga memudahkan pemrosesan oleh "jig".

Di bawah saringan putar dipasang alat pembagi (distributor). Dari alat pembagi ini, material setengah bersih diteruskan ke alat "jig". Jenis "Jig" yang digunakan adalah "Pan American Jig", "yuba Jig", "Trapezium Ruos Jig" dan "Karimata Jig".



Gambar 4-70 ***Bangunan rumah saringan kapal keruk.***

Berdasarkan *besar butir yang dikerjakan*, maka "Jig" itu dibagi menjadi :

- "Jig" primer sebagai pengolahan pendahuluan.
- "Jig" sekunder sebagai pengolahan lanjutan dari "Jig" primer.
- "Jig" tersier sebagai pembersih.

Ketiga macam "Jig" tersebut prinsip kerjanya sama. Di bawah ini adalah Tabel mengenai "Jig".

TABEL XXI Data-data Tingkatan Jig.

Tingkat pencucian	Panjang pukulan (mm)			Jumlah pukulan tiap menit			Hematit		Kap. M. kubik M per segi jam	Lubang spiget	Kec. aliran di atas jig M/detik
							Ukuran	Tebal benda			
Jig Primer	10-12	6-8	5-6	100-120	120-140	140 160	9-12	60-75	2,5	15	0,7-1,0
Jig sekunder	6-8	5 5-7	7 4-5	140-160	160-170	170 180	4-12	60-75	2,5	8-10	0,5-0,7
Jig tersier	5-7	4-5	2-4	180-200	200-220	220 240	4-9	40-60	2,5	8-10	0,2-0,5

Pada "Jig" sekunder dipasang alat yang berbentuk tabung/corong yang disebut siklon. Fungsi dari pada siklon ialah :

- mengurangi kekentalan bubur lumpur.
- menghilangkan asam material dari material hasil pengolahan "Jig" primer.

Siklon itu berukuran 9″, 12″ dan 16″ dengan kapasitas antara 100-300 galon/menit. Pada "jig" tersier" dipasang alat pengatur jumlah "feed" (bahan oleh) yang masuk yang berasal dari "jig" sekunder. Alat pengatur bahan oleh ini bagian atas berbentuk segi 4 dan bagian bawah berbentuk kerucut. Alat ini dinamakan pengatur bahan olah (feeder box).

Dari tempat ini hingga buritan dipasang alat pembuang kotoran, baik yang berasal dari "jig" maupun dari saringan putar. Alat pembuang/bandar yang panjang ini dilengkapi dengan ban berjalan dan dinamakan "stacker", atau bandar tailing. Sesuai dengan fungsinya, bandar dibagi menjadi 3 macam :

a. *Bandar batu* ialah bandar untuk membuang batu atau kotoran yang berasal dari "oversize" saringan putar.
b. *Bandar hasil kerukan* ialah bandar untuk membuang hasil kerukan, yang setelah dikeruk lalu masuk ke corong utama untuk kemudian dibuang ke belakang.
c. *Bandar kotoran* ialah bandar untuk membuang kotoran hasil pengolahan bijih.

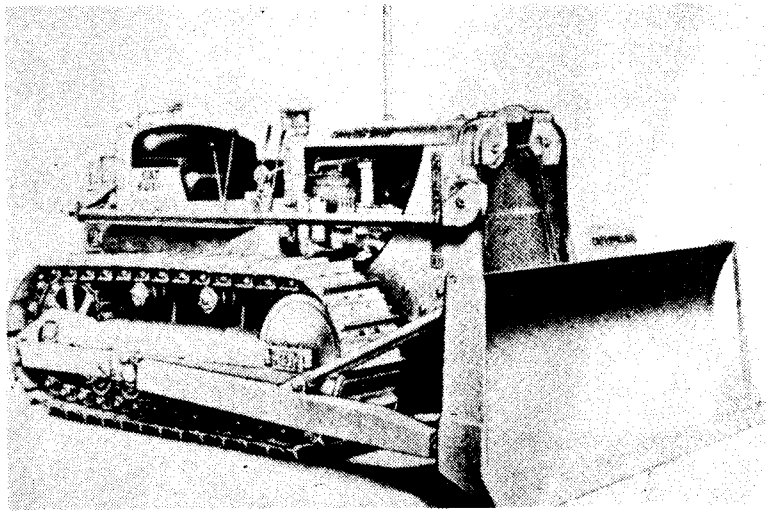
2.7. Bulldozer

"Bulldozer" adalah hasil pengembangan dari Traktor. Traktor mula-mula dibuat oleh pabrik sebagai kendaraan hela yaitu untuk menarik alat-alat lain misalnya: "scraper", "rooter", "roller" dan sebagainya. Konstruksi kendaraan dan mesin dibuat kuat dan beroda rantai (crawler) atau roda karet (wheel) yang disesuaikan dengan jenis pekerjaan serta medan yang dihadapi. Jadi traktor khusus dirancang untuk kendaraan tarik.

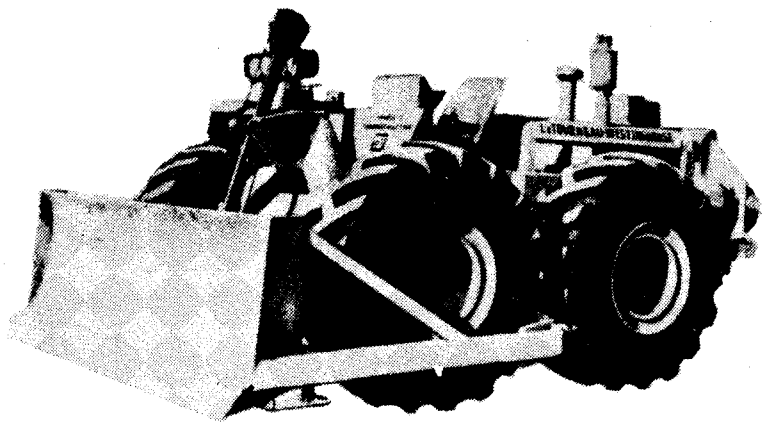
Mengingat pekerjaan yang dihadapi di lapangan yang beraneka macam, maka traktor dirancang agar dapat berfungsi banyak, yang selanjutnya dikenal sebagai "BULLDOZER". Berdasarkan *roda yang dipakai*, maka "bulldozer" pun dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

a. Jenis roda karet (Wheel tractor mounted bulldozer)
b. Jenis roda rantai (crawler tractor mounted bulldozer).

"Bulldozer" dilengkapi dengan perlengkapan tambahan agar dapat menghadapi pekerjaan-pekerjaan tertentu. Perlengkapan tambahan ini dapat dipasang atau dibongkar kembali, sehingga bila tidak diperlukan, dapat disimpan.



Gambar 4-71 "Bulldozer" roda rantai.



Gambar 4-72 *"Bulldozer" roda karet.*

Perlengkapan tambahan tersebut adalah :

1. *"Ripper"* gunanya untuk membongkar bongkah-bongkah batu atau akar pohon.
2. *"Blade"* gunanya untuk membongkar, memotong tebing dan menggusur.
3. *Ember keruk* gunanya untuk mengeruk.
4. *"Lift"* gunanya untuk mengangkat pipa dan memasang dalam lubang.
5. *"Fork"* gunanya untuk mengangkat batang-batang pohon dan meletakkan dalam truk.

Untuk menggerakkan perlengkapan tambahan tersebut, digunakan sistem hidrolik atau dengan kabel. Karena itu "bulldozer" dibedakan menjadi 2 jenis yaitu :

a. "Cable controled bulldozer".
b. "Hydraulic controled bulldozer".

Karena "bulldozer" itu banyak fungsinya, maka sering dipakai pada proyek-proyek sipil dan tambang. Misalnya untuk mengerjakan pengupasan tanah penutup serta membersihkan pohon-pohon, akar pohon dan bongkah-bongkah batu yang berserakan, merintis membuat jalan, menimbun cekungan cekungan atau bekas galian dan sebagainya.

Berdasarkan cara *mendorong tanah* dengan *pisau gusur (blede)*, maka "bulldozer" dibedakan menjadi :

a. "Bulldozer" dan
b. "Angle dozer".

"Bulldozer" mendorong tanah lurus ke depan, sedang "Angle dozer" mendorong tanah ke samping. Karena itu pisau gusur yang dipakai berbeda, baik bentuk maupun ukurannya, demikian pula cara pemasangannya.

Tabel di bawah ini menyatakan tentang ukuran dan kapasitas pisau gusur.

TABEL XXII **Kapasitas Gusur dan Produksi "Bulldozer" Dalam cu. yd.**

Ukuran pisau gusur		"Tractor draw	Kecepatan		Kapasitas pisau gusur (cu yd)	Produksi per jam (cu yd)			
						Jarak gusur (ft)			
panjang	tinggi		maju	mundur		100	200	300	400
11′3″	45,5	130	150	326	4,8	184	105	74	57
10′3″	45,5	80	123	334	4,4	152	86	60	46
9′6″	38	65	123	243	2,8	98	55	38	29
8′2″	38	65	123	343	2,4	84	47	33	25
7′2″	32,5	43	150	167	1,5	47	26	18	14
5′8″	27,5	32	150	185	0,5	29	16	11	0
11′2″	43	210	141	712	4,2	178	103	73	56
11′3″	36	122	141	712	3,0	127	74	52	40

KEUNTUNGAN DAN KERUGIANNYA MEMAKAI BULLDOZER BERODA KARET DAN BERODA RANTAI.

Sebagaimana telah diuraikan di atas, berdasarkan jenis roda yang dipakai, maka "bulldozer" dibedakan menjadi :

a. "Bulldozer" beroda rantai (crawler tractor mounted bulldozer).
b. "Bulldozer" beroda karet (Wheel tractor mounted bulldozer).

A. "Bulldozer" Roda Rantai :

Keuntungan pemakaian "bulldozer" roda rantai adalah :

1. Cocok untuk pekerjaan-pekerjaan berat.
2. Dapat beroperasi di medan yang berat.
3. Umur pakai lebih lama dan tenaganya lebih besar.
4. Tekanan roda terhadap permukaan lebih kecil, sehingga seolah-olah mengambang, meskipun tanahnya becek atau gembur.

Kerugiannya adalah :

1. Kurang lincah dalam menyelesaikan pekerjaan.
2. Tidak cocok untuk tempat kerja yang saling berjauhan.
3. Operator cepat lelah.

B. "Bulldozer" Roda Karet :

Keuntungan pemakaian "bulldozer" roda karet adalah :

1. Gerakannya lebih cepat dan lincah, bahkan untuk yang hanya beroda dua. Dapat membelok secara tajam, sehingga hanya memerlukan lintasan yang sempit.
2. Jarak jelajah jauh.

Kerugiannya ialah :

1. Lintasan atau jalan harus keras dan padat permukaannya.
2. Jika permukaan jalan kasar dan berbatu-batu tajam, ban lebih cepat aus (rusak).

MENAIK-TURUNKAN PISAU GUSUR BULLDOZER

Berdasarkan cara menaik-turunkan pisau gusur, maka "bulldozer" dibedakan menjadi 2 macam ialah :

a. pengendalian dengan kabel (cable controled bulldozer).
b. Pengendalian dengan hidrolik (hydraulic controled bulldozer).

A. Pengendalian dengan Kabel :

Keuntungan "bulldozer" dengan pengendalian kabel miliputi:

1. Pemasangan pisau gusur mudah.
2. Perawatan mudah.
3. Jika pisau gusur terantuk gundukan tanah atau bongkah batu yang keras, tidak mudah rusak karena lentur.

Kerugiannya :

1. Tekanan pisau gusur tidak besar.
2. Tidak mampu menggusur material yang agak keras.
3. Kapasitas gusur kecil, sehingga tumpukan material mengarah ke tepi lintasan,

B. Pengendalian dengan Hidrolik.:

Keuntungan "bulldozer" dengan pisau gusur hidrolik adalah :

1. Tekanan pisau gusur besar sehingga kapasitas gusur besar pula, serta mampu membongkar bongkah-bongkah batuan.

2. Dapat menggusur lurus ke depan, sehingga sekaligus dapat membuat lintasan baru.
3. Pisau gusur dapat digunakan untuk memotong tepi tebing yang menjorok. Kemampuan lainnya adalah menggali parit, merobohkan pohon-pohon dan akarnya serta pengupasan tanah penutup pada tambang terbuka.

Kerugiannya adalah :

1. Karena tekanan besar, maka pisau gusur mudah aus.
2. Sudut pisau gusur ketika diangkat atau diturunkan harus tepat. Bila tidak dapat berbahaya karena dapat terbalik.

Untuk mempercepat penyelesaian suatu pekerjaan dengan areal yang luas, maka kadang-kadang sekaligus digunakan 2 atau 3 "bulldozer" bersamaan. Maka oleh sebab itu dikenal cara-cara penggusuran. :

1. Saling berdampingan (side by side dozing).
2. Pengerukan kembali (slot dozing).
3. Gusur ke lereng (down hill dozing).
4. "Extra floating".

Kadang-kadang bulldozer digunakan sebagai pengganti "Power Shovel", "Wheel loader", "grader", "ternching machine".

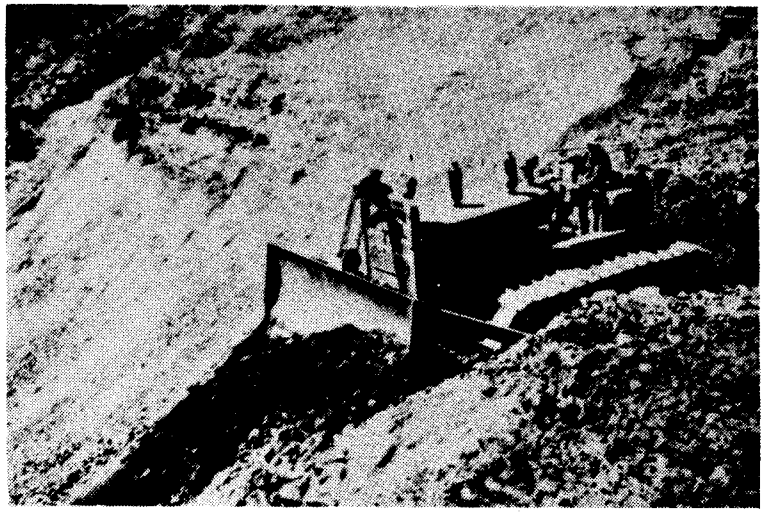
KAPASITAS BULLDOZER

Kapasitas "bulldozer" secara teori diperhitungkan berdasarkan ukuran pisau gusur dan jenis material yang dihadapi. Kapasitas gusur dihitung berdasarkan jumlah trip penggusuran. Misalkan panjang pisau gusur 9,6″ dan tinggi 3′, maka tanah gusur = 3′ pula. Jika dianggap sudut gusur 2 : 1, maka panjang tanah gusur = 6′. Volume tanah gusur ± :

$$\frac{9{,}5 \times 3 \times 6}{2 \times 27} \text{ cu yd} = 3{,}2 \text{ cu yd (material lepas).}$$

Catatan : 9′ 6″ = 9,5 ; 1 yd = 3′.

Bila faktor kembang = 25%, maka sesungguhnya tanah yang digusur dari tempat semula adalah (3,2 : 1,25) cu yd (bm) = 2,56 cu yd (bm). Jam kerja efektif "bulldozer" sudah dianggap baik bila sudah mencapai 50 menit/jam. Hal ini disebabkan karena adanya "operator efficiency". "Operator efficiency" ini tidak hanya karena kemalasan pekerja saja, tetapi juga karena kelambatan-kelambatan atau hambatan-hambatan yang tidak mungkin dihindari misalnya melumasi kendaraan, mereparasi bagian-bagian yang aus, membersihkan bagian-bagian



Gambar 4-73 *Tanah gusur yang lepas.*

yang penting sesudah sekian jam dipakai, pindah ke tempat lain, tidak adanya keseimbangan antara alat angkut serta alat muat dan sebagainya.

2.8. Mesin Pengupas Lapisan Batubara

Lapisan batubara adalah kompak, padat dan keras. Tetapi bila dibuat lubang selitan bawah (undercut), maka batubara itu berangsur-angsur rapuh dan ada kecenderungan untuk runtuh. Atas dasar kenyataan ini, maka pertama-tama yang dikerjakan dalam membongkar lapisan batubara ialah membuat selitan bawah (under cut), teristimewa untuk tambang batubara bawah tanah seperti di tambang batubara di Ombilin Sawahlunto.

Semula pembuatan "under cut" itu secara "manual". Kemudian sesuai dengan kemajuan teknologi, dikerjakan dengan peledakan. Bahkan pada saat ini, terutama pada tambang-tambang batubara di negara-negara yang maju seperti Rusia serta Jerman dan Amerika, telah dibuat alat-alat khusus untuk melakukan "under-cutting". Dengan alat-alat tersebut banyak *keuntungan* yang diperoleh. Misalnya :

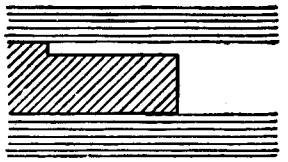
1. Tidak menambah gas beracun dalam ruang-ruang kerja, karena berkurangnya penembakan atau tidak dilakukannya sama sekali.
2. Irisan rapi dan rata.

Mesin-mesin pemotong batubara antara lain :

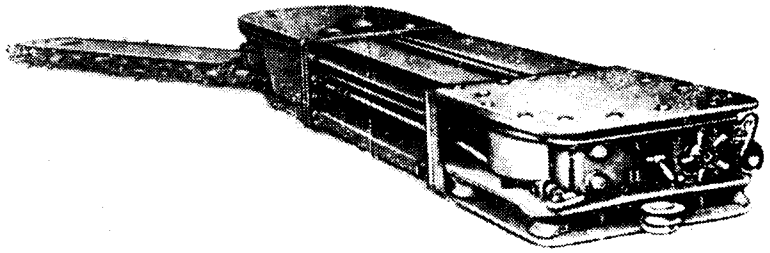
1. "Coal Cutter".
2. "Coal Combine" (Continous Miner).
3. "Coal Flough".

2.8.1. "Coal cutter"

Mesin pemotong ini dipakai untuk memotong lapisan batubara yang tipis sampai sedang dengan cara membuat lubang selitan bawah, sehingga lapisan batubara di atasnya menjadi goyah. Umumnya tinggi irisan selitan antara 0,12 m - 0,14 m dengan kedalaman antara 1,5 m – 2,4 m. Jika yang dipotong itu lapisan batubara yang lunak, maka sebaiknya pemotongan dilakukan di bagian tengah.



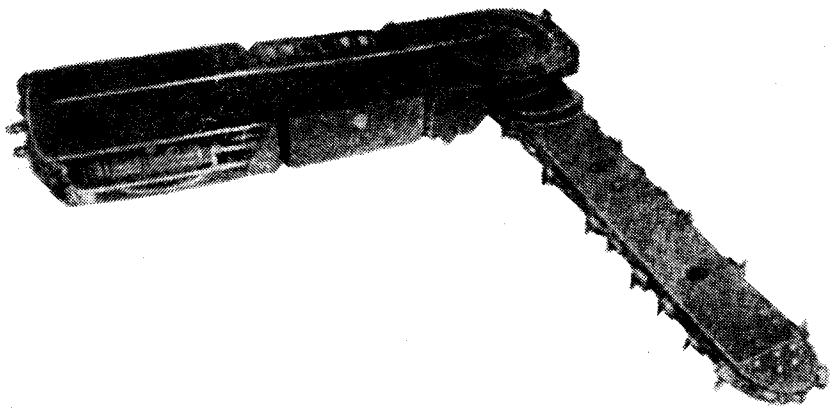
Gambar 4-74 *Irisan selitan*



Gambar 4-75 *"Coal cutter"*

Bagian-bagian "Short wall coal cutter" ialah :

1. Kepala pemotong (cutter head).
2. Rantai pembawa pisau-pisau pemotong.
3. Gir-gir dan mesin listrik.
4. Rangka dasar.
5. Sepasang tabung yang dipasang di sisi kiri dan kanan untuk menggulung kabel dan penopang atap (roof jack).



Gambar 4-76 *"Short wall coal cutter".*

Sumber tenaga dapat arus searah atau arus bolak-balik. Alat ini dapat digunakan untuk memotong lapisan batubara dalam lubang masuk dan "room". Sedangkan jenis "Long-wall cutter" dipakai pada tabung batubara yang sistem pengembangannya "long wall".

Jenis "cutter" lain yang dapat digunakan untuk memotong lapisan bawah, tengah, atas, samping maupun yang menyudut adalah "topcutter" dan "tarck mounted universal cutter". Mesin "Short wall cutter" dilengkapi dengan palang pemotong yang letaknya searah mesin. Sedang "Long wall cutter" palang pemotongnya tegak lurus pada rangka mesin. Untuk memudahkan perpindahan mesin, alat itu ada yang dilengkapi dengan sepatu luncur.

"Short wall coal cutter" jenis ringan beratnya 0,8 ton (1.600 lb) dengan mesin berkekuatan 15 hp. Jenis sedang beratnya antara 1,1 – 1,5 ton (2.200 lb – 2.300 lb) dilengkapi dengan mesin berkekuatan 20 hp. Sedang yang besar beratnya antara 3,25 ton – 3,8 ton (6.500 lb – 7.600 lb). dengan mesin berkuatan 50 hp.

Jenis "track mounted universal cutter" beratnya 13 ton dan panjang palang pemotongnya 12,225 m (40,75 ft). Alat ini mampu membuat irisan selitan dengan lebar maksimum 2,7 m (9 ft), tinggi irisan di atas rol = 249 m (8,3 ft) dan irisan tegak sampai 3 m (10 ft). Palang pemotong yang panjangnya 6 ft sampai 9 ft (1,8 m – 2,7 m) itu dilengkapi dengan pisau-pisau pemotong yang dapat mengiris 3 – 5 inci. Kecepatan iris (sumping speed) sampai 8 ft per menit, kecepatan putar (swing speed) sampai 50 ft per menit dan kecepatan jelajah sampai 4 mph (mile per hour). Jenis mesin pengiris kecil kecepatan iris berkisar 18 inci, 20 inci, 26 inci, 33 inci dan 44 inci per menit dan kecepatan tarik/dorong = 34 ft per menit. Untuk pemindahan, mesin pemotong ini ada yang dapat bergerak sendiri dan ada yang dibantu dengan truk.

Jenis mesin pengiris yang kecil kecepatan iris selitan bawah/dasar sebesar 14 inci per menit dan irisan selitan atas/puncak sebesar 7 inci per menit. Jika pembuatan irisan selitan dimulai, maka segera atap ditopang dengan dongkrak (top jack) agar tidak runtuh. Dalam satu hari kerja satu shift tercatat 20% waktu untuk pengirisan, sedang 80% sisanya untuk keperluan pemindahan peralatan dari ruang satu ke ruang lainnya, (room to room), pemasangan dongkrak dan pembersihan. Mesin-mesin jenis ini dapat juga digunakan pada tambang-tambang potas dan garam tambang seperti di Retsof salt mines.

Mesin-mesin pemotong yang dipakai di Rusia disesuaikan dengan tebal tipisnya lapisan batubara yang akan dikerjakan, kekerasan serta kemiringan (dip) nya. Misalnya mesin pemotong yang dipakai bagi suatu lapisan batubara yang kemiringannya landai dilengkapi dengan palang (bar). Irisan selitan ini biasanya tebal/tinggi mencapai 310 – 375 400 mm.

Mesin pemotong tergolong berat (heavy duty) kapasitas mesinnya 35 Kw dan memiliki rantai pemotong. Kecepatan potong dapat diubah-ubah dari 0,2 – 0,4 – 0,6 sampai 0,8 m per menit serta mampu mengangkat ke atas sampai 5 ton. Ukuran mesin jenis ini ialah : panjang 2,7 m, lebar 0,7 m dan tinggi 310 mm serta berat mesin 2,6 ton. Kecepatan potong sampai 12 m per menit.

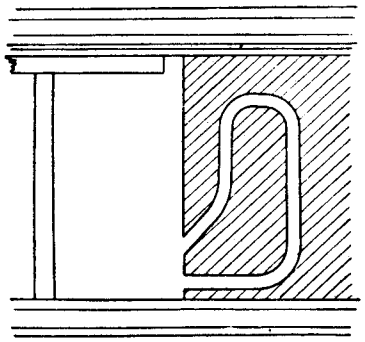
2.8.2. "Coal combine" (Continous Miner)

Mesin pemotong lapisan batubara jenis yang lain ialah "Coal Combine" atau "Continous Miner". Mesin ini dilengkapi dengan motor yang mampu memotong lapisan batubara maupun jenis batuan lain yang keras. Mesin pemotong ini, di samping membuat irisan selitan dasar, juga untuk merobohkannya. Bongkaran batubara yang jatuh pada "loading apron" lalu dimasukkan dalam "conveyor" dengan bantuan "gathering arms".

Jenis "coal cutter" masih memerlukan alat lain untuk merobohkan (dengan pick/jack hammer atau dengan penembakan) dan memakai alat pengangkutan (lori atau truck), akan tetapi jenis "coal combine" tidak karena "coal combine" telah dilengkapi dengan peralatan tersebut. Oleh sebab itu maka "coal combine" jelas lebih efektif dan ekonomis.

Urutan kegiatan "coal combine" adalah sebagai berikut: memotong-membongkar-memuat dan mengangkut.

Untuk memudahkan pembongkaran lapisan batubara, setelah dibuat irisan selitan maka bentuk, arah maupun kedalaman irisan selitan tersebut dibuat bervariasi. Untuk tujuan itu dibuat bermacam-macam mesin pemotong dengan spesifikasi yang berbeda, di antaranya ialah "DONBAS COAL COMBINE" yang dapat membuat irisan selitan melengkung dan dibagikan tengah lubang lurus.



Gambar 4-77 *Irisan selitan oleh "Donbas coal combine".*

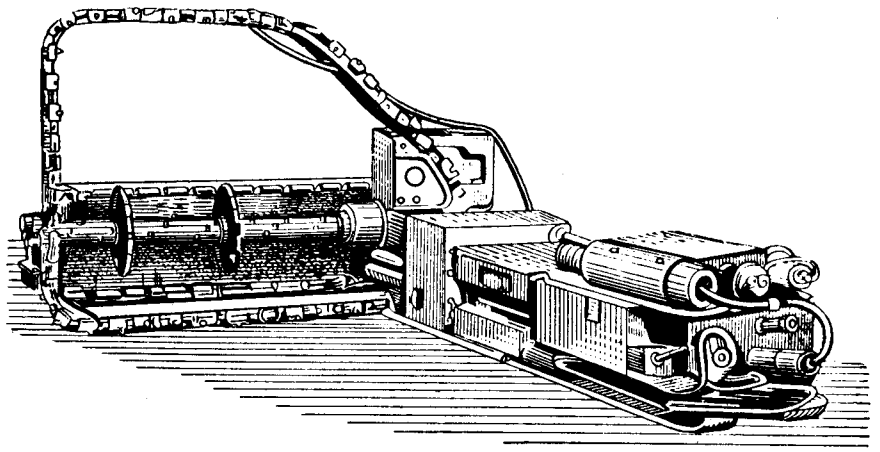
Panjang palang pada tiang pemotong dapat diatur dan disesuaikan dengan lebar lapisan batubara yang akan dipotongnya. Palang tersebut dilengkapi dengan palang bulat (cutting head) yang dapat memotong "undercut" setebal 0,71 m – 0,83 m – 1,00 m. Letak "cutting head" sejajar dengan ketebalan lapisan batubara yang akan dipotong. Untuk lapisan batubara yang ketebalannya hingga 1,4 m dapat dipakai "articulated collapsible contour bar".

Tinggi palang pemotong pada posisi operasi berkisar antara 1,3 m – 1,65 m. Ketinggian ini diatur oleh batang tegak. Lebar lubang irisan selitan dasar 1,6 m. Di samping itu dilengkapi dengan keruk pemuat (gathering arms). Kecepatan pengumpanan (feeding rate) disesuaikan dengan kekerasan lapisan batubara yaitu: 0,27 – 0,54 – 0,81 – 1,08 per menit.

Untuk mencegah debu pada waktu pemotongan, maka mesin ini dilengkapi dengan alat penampung dan penghancur (pulveriser) serta penyemprot. Lubang penyemprot (nozzle) mampu memancarkan air dengan kekuatan 4 – 5 atmosfir yang berasal dari mesin pompa. Dengan konsumsi air rata-rata 3 – 4 liter per menit, maka setiap "pulveriser" sudah cukup mampu mengurangi banyaknya debu di sekitar mesin. Masalah debu batubara memang harus diperhatikan, sebab debu tersebut dapat mengganggu kesehatan para pekerja.

Mesin "coal cutter" dan "coal combine" umumnya digunakan untuk membuat lubang selitan dasar, tengah dan atas, pada front kerja, baik pada lubang masuk (entry) maupun lubang produksi. Jenis "coal combine" ada yang dirancang untuk membuat lubang selitan di bagian dinding. Alat ini dinamakan "Bom coal combine".

Mesin-mesin terdahulu memiliki maju front kerja mengarah ke depan. Tetapi pada "Bom coal combine" arah maju front kerja ke samping. Bentuk lubang pemotongan hampir sama yaitu melengkung tegak dengan tinggi 2,8 m dan lebar



Gambar 4-78 *"Articulated collapsible contour bar".*

lubang antara 0,13 – 0,14 m.

Alat tersebut dapat dipakai pada lapisan batubara yang ketebalannya tidak merata (0,3 m – beberapa meter), kekerasannya bermacam-macam dan kemiringannya landai sampai curam.

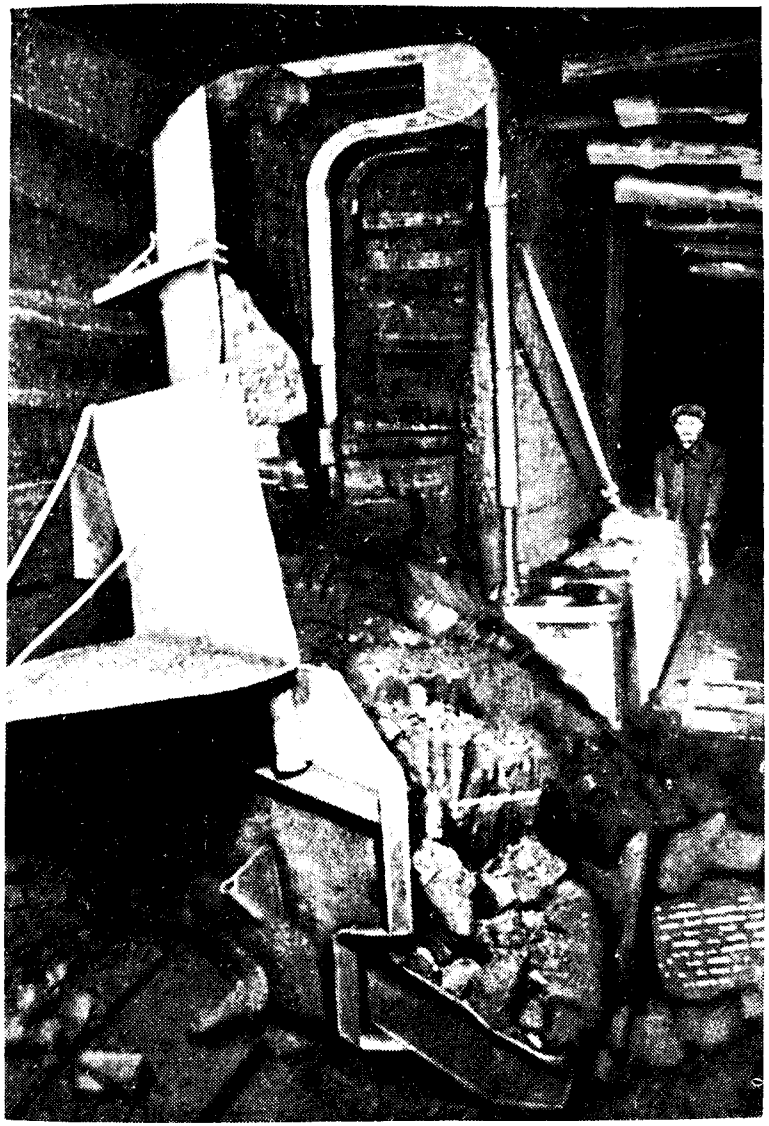
2.8.3. "Coal plouch"

Alat ini dapat memotong lapisan batubara lunak setinggi 0,6 m – 0,7 m dan tebal 0,2 m – 0,25 m. Pada bagian-bagian pemotong dilapisi dengan baja. "Coal plough" ini dilengkapi dengan "conveyor" sebagai alat angkut dan sekaligus sebagai kemudi.

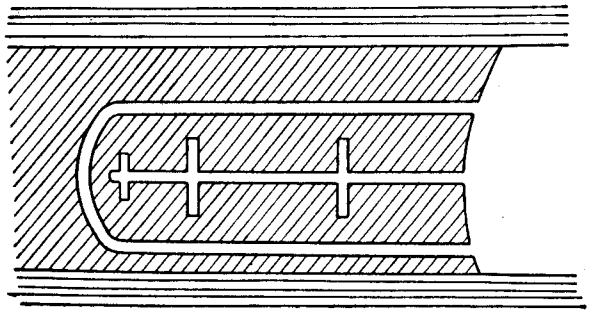
Untuk membantu pemindahan "conveyor" digunakan "pneumatic jack". "Coal plough" dilengkapi pula dengan papan pengeruk agar batubara yang dipotong itu langsung masuk ke dalam "conveyor" yang bergerak sepanjang dinding lapisan batubara. Setelah selesai melakukan pemotongan/pengerukan, mesin berikut "conveyor" dipindahkan ke tempat baru, yakni setelah penopangan atap selesai dilakukan.

"Coal plough" ini cocok dipakai untuk lapisan batubara yang lunak, tetapi baik atap maupun lantai batuannya harus kuat.

Pada jenis "Westfalia-Lunen coal plough" pisau-pisau pemotong mekanisnya tidak dengan lempeng logam yang halus, melainkan dilas dengan gigi-gigi masif yang dibuat dari baja alloy (baja campur). Dengan demikian gigi-gigi yang keras ini dapat menanggalkan batubara dari kedudukan aslinya ke dalam pemo-



Gambar 4-79 *"Bom coal combine".*

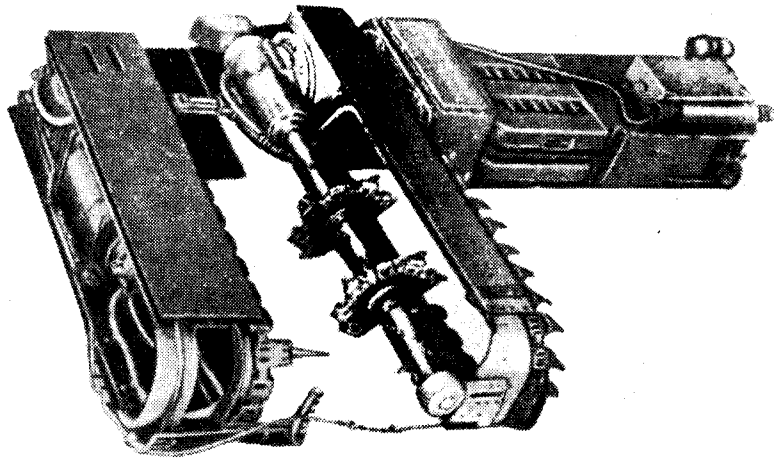


Gambar 4-80 *Lubang pemotongan "Don Bas coal combine".*

tongan pada dinding antara 50 – 100 mm. Kecepatan gerak sepanjang dinding potong (stope face) antara 30 m – 45 m per menit. "Coal plough" ini dapat mengupas dan mengangkut/mendorong seluruh lapisan batubara seberat 7 ton – 10 ton. Tekanan gigi-gigi pemotong pada dinding lapisan batubara disebabkan karena kecepatan putar dan tarik dari pada rantai penggerak.

2.8.4. Mesin terowong (Tunneling Machine).

Mesin pembuat lubang terowongan (tunnel) terdiri atas : lori – mesin-



Gambar 4-81 *"Tunneling-Boring machine".*

mesin penggerak – bandar batu ke arah belakang (mirip pada kapal keruk) – lempeng baja bulat yang dapat berputar dan dilengkapi dengan 3 jalur pisau-pisau penggerak atau pemotong.

Keuntungan dari pada pemakaian alat ini ialah :

- Pembuatan terowongan lebih cepat.
- Bentuk dan ukuran dapat dibuat lebih baik.
- Beayanya lebih murah.

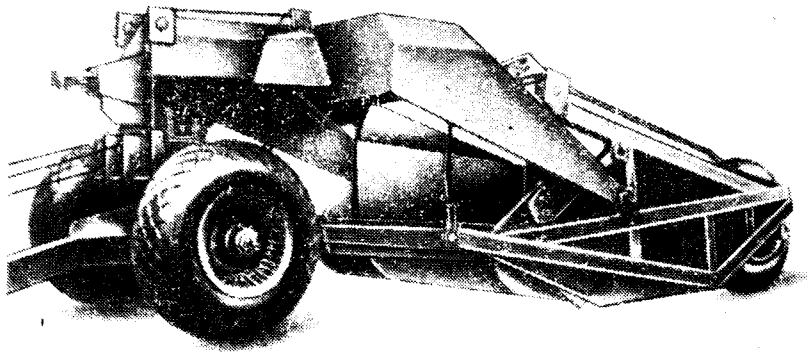
Penggalian terowongan dengan diameter 3 meter, dalam tiap bulannya rata-rata dapat mencapai panjang penggalian 400 m – 500 m.

2.9. "Trailler Wheel Scraper"

Operasi kerja alat ini mirip dengan mesin-mesin pengeruk tanah yang lain (Dragline, Rock Excavator), yaitu mengeruk tanah dan selanjutnya tanah kerukan itu dibuang ke samping atau ke belakang. Pada "Dragline" tanah kerukan langsung dituangkan ke permukaan tanah atau ke alat angkut (truk, lori dan sebagainya). Sedang pada "rock Excavator" tanah kerukan dari ember pengeruk langsung dituangkan ke ban berjalan.

Kedua jenis alat besar ini dipakai pada Tambang Terbuka. Arah maupun jarak pembuangan tanah kerukan tertentu dan terbatas. Untuk mengatasi hal tersebut, dibuat alat besar jenis baru yang dinamakan "Trailer Wheel Scraper". Sejak kuranglebih 10 tahun yang lalu alat ini banyak digunakan dalam tambang terbuka, yang ternyata sangat efektif dalam operasi pengupasan dan penimbunan tanah.

"Trailer Wheel Scraper" ini dilengkapi dengan pisau pengeruk yang dipasang pada bagian bawah bak muat. Pada bak muat itu dipasang pintu yang dapat ditu-



Gambar 4-82 *"Trailer Wheel Scraper/Tractor Drawn Scraper/Pay Scraper"*

tup maupun dibuka oleh suatu kabel. "Trailer" ini sambil berjalan dapat mengeruk tanah dan kemudian langsung memuatkan dalam bak, begitu pula dalam menuang/menimbun tanah kerukan yang dibawanya itu.

Alat besar ini sebenarnya merupakan kereta (wagon) yang ditarik traktor, karena itu alat besar ini sering disebut pula "Traktor Drawn Scraper" atau "Pay Scraper".

Kapasitas keruk dan muat tanah alat ini berkisar antara 18 cu yd sampai 27 cu yd (13,77 m^3 – 20,655 m^3) dan beratnya antara 13 ton – 20 ton. Alat besar ini khusus dipakai pada daerah yang lapisan tanah penutupnya lunak dan mudah lepas.

Tabel XXIII **Tabel Konversi**

Imperial ke metrik		Metrik ke Imperial	
A. LUAS			
1 $inch^2$	= 645,16 m^2	1 cm^2	= 0,1552 $inch^2$
1 ft	= 0,093 m^2	1 m^2	= 10,764 ft^2.
1 $yard^2$	= 0,836 m^2		= 1,196 $yard^2$
1 $mile^2$	= 640 acre = 2,5899 km^2		= 0,000247 acre
	= 258,99 Ha	1 km^2	= 0,386 $mile^2$
1 acre	= 0,404 Ha	1 Ha	= 2,471 acre
			= 0,00386 $mile^2$.
B. PANJANG			
1 inch	= 25,4 mm	1 cm	= 0,394 inch
1 ft	= 0,3048 m	1 m	= 3,281 ft
1 yard	= 0,914 m		= 1,094 yard
	= 3 ft	1 km	= 0,6214 mile
1 mile	= 1,609 km.		
	= 5280 ft.		
C. VOLUME			
1 $inch^3$	= 16,387,064 mm^3	1 cm^3	= 0,061 $inch^3$
1 ft^3	= 0,02831 m^3	1 m^3	= 35,314 ft^3
1 $yard^3$	= 0,7645 m^3		= 1,3079 $yard^3$
1 pint	= 0,568 liter	1 liter	= 1,759 pint
1 quart	= 1,136 liter		= 0,879 quart
1 gallon (Us)	= 3,785 liter		= 0,264 Us gallon
1 barrel	= 42 Us gallon = 159 liter		= 0,00629 barrel

Imperial ke metrik	Metrik ke Imperial
D. MASSA	
1 Pond (1lb) = 0,4536 kg	1 kg = 2,2046 lb
E. POWER	
1 HP = 75 kg meter	1 kilowatt = 1,3410 HP
F. DISCHARGE	
1 ft^3/detik = 28,3 liter/detik = 449 gallon/menit (gpm)	1 liter/detik = 0,159 gpm
1 gallon/menit = 6,30 liter/detik.	
G. KERAPATAN ("DENSITY")	
Air = 0,999 gram/ 1 cm^3 pada temperator 60° F. = 0,998 gram/ 1 cm^3 pada temperator 20° C.	
Udara = $1{,}226 \times 10^{-3}$ gram pada temperatur 15° dan tekanan1 atmosfir.	
H. KEKENTALAN ("VISCOSITY")	
Air = 1,124 Centi poise (cp) pada 60° F. = 1,005 cp pada temperatur 20° C.	
I. TEKANAN ("PRESSURE")	
1 atmosfir = 14,7 psi = 1,033 kg/cm^2	1 psi = 0,07 kg/cm^2 1 kg/cm^2 = 14,17 psi.

Daftar Pustaka

1. **Construction Planning, Equipment and Methods**, Peuri foy, R.L. 1956.
2. **Elements of Mining**, Young, George J. 1946.
3. **Mining of Mineral Deposits**, Shevyakof. 1963.
4. **Mining Engineers' Handbook. Vol. I**, Peele, Robert. 1956.
5. **Mining Geology**, McKinstry, Hugh Exton, 1960.
6. **Introduction to Geophysical Prospecting**, Milton B. Dobrin.
7. **Mining**, Boky.
8. **Caterpillar Wheel Loader**, Magazine.
9. **World Mining**, Magazine.
10. **Mengenal Alat Peralatan A.**, Sukoto.
11. **Undang-undang Pertambangan no. 11 tahun 1967**, Dep. Pertambangan.
12. **Teknik Pemboran I**, Basuki & Sudarto. 1977.
13. **Geologi Umum I**, Tegap & Thamrin. 1977.
14. **Prinsip-prinsip Pemetaan Geologi**, Sukandarrumidi.